

Füllabyrinthus vizsgálatok Ostariophysii halakon.¹

(Protocolumella, vesicula saccularis, organum sinus imparis).

(I. rész.)

5 szövegek közötti rajzzal és I—XIV. táblával.

Írta: Dr. FARKAS BÉLA (Szeged.)

TARTALOMJEGYZÉK.

1. Bevezetés, vizsgálati anyag, irodalom.	51—55
2. A Pontyszerű halak sacculus.	55
a) A sacculus orrvégi szakasza (Pars rostralis sacculi s ₁) és a membrana propria.	56—60
b) A sacculus középső szakasza (Pars media sacculi s ₂).	60—61
c) A sacculus farkvégi szakasza (Pars caudalis sacculi s ₃).	61—62
3. A protocolumella.	62—65
4. A macula sacculi tagolódása és a vesicula saccularis caudalis.	65
a) A tectoria.	69—72
b) A tectoria eredete és a hámalatti kapillárisok	72—74
c) A macula.	74
1. A marginarium.	75—77
2. A saccolithos.	77—83
3. A subtectoralis tér.	82—85
4. Az érzőhámsejtek.	85—94
5. Vérsejtek a hámban.	94—96
6. Összegezés.	96—98
5. Betűk jelentése.	98—99
6. Erklärung der Mikrophotogramme auf den Tafeln I—XIV.	120—122

Untersuchungen über das Ohrlabyrinth der Ostariophysen-Fische. (Auszug.)

1. Einleitung.	102—104
2. Die Protocolumella und die Schalleitung.	104—109
3. Die Gliederung des Sacculus der Ostariophysen und die Membrana propria.	109—111
4. Die Vesicula saccularis caudalis.	111—120
5. Erklärung der Abkürzungen.	98—99
6. Erklärung der Mikrophotogramme auf den Tafeln I—XIV.	120—122

Bevezetés és irodalom.

Mint a címből is látszik, az Ostariophysii csoportba tartozó néhány halon, főként azonban a fürge csellén (*Phoxinus laevis* AGASS.) és a törpe harcsán (*Amiurus nebulosus* RAF.) végzett vizsgálatok alapján e halak füllabyrinthusá-

¹ A Rockefeller-alap és a Szegedi Természettudományi Kutatási Bizottság segítségével készült dolgozat.

nak három, eddig teljesen ismeretlen szervéről, illetőleg szervrészéről lesz szó, amelyek közül azonban a protocolumellát már egyik régebbi dolgozatomban² a Cyprinodontidák közé, tehát nem Ostariophysi csoportba tartozó guppy-n (*Lebistes reticulatus* PETERS) végzett vizsgálataim folyamán röviden ismertettem.

A további előzményeket illetőleg pedig meg kell említenem, hogy a „Deutsche Zoolog. Gesellschaft E. V.-nak 1938. júl. 4—6.-ig Giessenben tartott gyűlésén, nagyszámú, mintegy 36 mikrofotogrammanak bemutatása kapcsán az Ostariophysi csoportba tartozó halaknál is igazolni kívántam azt a Cyprinodontida halak vizsgálata alapján nyert felfogásomat, hogy az otolithosok, legalább a sacculusban és a lagenában abszolút mozdulatlan képletek: s bárminemű elmozdulásuk a szerv sejtjeinek rongálását vonná maga után.” Vizsgálataim alapján az otolithosoknak nem lehet sem olyan működést tulajdonítani, mint ahogy azt az idők folyamán kezdve BREUER-rel, utána MAXWELL, QUIX, TENAGLIA, MAGNUS és DE KLEYN tartották, akik szerint tehát az otolithos nyomással, húzással, ide-oda csúszással fejtene ki mechanikai ingert az alatta levő érzőhám „érző szőrei”-re. Nem lehet pedig azért, mert az otolithosok alkotása és hámhoz való viszonya megfelelő eljárásokkal vizsgálva olyan, hogy az semmiféle mozgást élettani állapotában nem tehet. Az otolithosok ú. n. „statolithos” elmélete tehát vizsgálataim alapján helytelen és teljesen tarthatatlan.

Nem lehet azonban oly működést sem tulajdonítani, amilyent a legújabb vizsgálók az Ostariophysi csoportba tartozó, Cyprinidák, Siluridák füllabyrinthusának sacculus részében található otolithosnak, a sagittának — vagy amint neveztem: saccolithosnak — tulajdonítanak. Ezek ugyanis DE BURLET groningeni anatomus kezdeményező vizsgálatai alapján, WERNER akkor hamburgi kutató vizsgálataival egyidejűleg, de különösen FRISCH müncheni zoológus és több tanítványának vizsgálata szerint azon a felfogáson vannak, hogy a saccolithos, mely egy nyílhoz hasonlítható képződmény, egyik végén nyéllel, másikon szárnyakkal ellátva, az endolymphában tova-

² Farkas: Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere 34. k. 367—415. l. (1938.)

³ Farkas: Verhandl. Dtsch. Zool. Ges. 40. Zool. Anz. Suppl. 11. 1938. 193—206. l.

haladó hanghullámok hatására, mint ahogy a két helyen fel-függesztett malomkerék a víz mozgásaira, a rezgéseknek megfelelő mozgásokat végez és egyik nyulványával izgatja az alatta levő érző hám „érzőszőreit”.

Valamennyi korábbi felfogás, amint említett dolgozatomban írtam, rosszul rögzített, zsugorodott anyagon tett megfigyelés eredménye és az otolithosnak általuk tulajdonított alkotása sem felel meg a valódi viszonyoknak (206. l.).

Szerintem az otolithosoknak, mint a külső pikkelyekkel homologus képződményeknek az a feladatuk, hogy védjék az alattuk levő idegvéghegyeket és amennyiben fibrillákat tartalmaznak az azokon áthaladó rezgésekkel szemben, mászállományuknál fogva csillapító hatást fejtsenek ki. Az ideg végződésük beton fedezékéhez hasonlítható védelmi berendezések ezek, melyek lehetővé teszik, hogy a vízben keletkezett és nagy erővel tovahaladó igen erős külső mechanikai hatások dacára is lehetőleg semmi más rezgés ne befolyásolhassa azt az idegfolyamatot, mely a specifikus rostok által idevezetett mechanikai ingereknek az ide kinyúló neurofibrillák számára történő átadása alkalmával végbemegy. Az otolithosban tehát, legalább a csontos halaknál a „többszörös biztosítás” elvének megvalósításában a legvégső fokozatot kell tekintenünk, olyan berendezést, mint amely elv alapján a természet igen sok helyen dolgozik.

Eme dolgozatom után is FRISCH egyik tanítványa és munkatársa Münchenben azt írja,⁴ hogy ama következtetésem, mely szerint az otolithos mozdulatlan képlet és nem végezhet olyan hatást, amilyent neki FRISCH, DE BURLETT (sic) és mások tulajdonítanak, — pusztán feltevés — és a FRISCH újabb extirpatios kísérletei experimentális úton az említett felfogást megerősítették. Azonban STETTER meglehetősen téved, mert én sohasem vontam kétségbe a FRISCH-féle operációs kísérletek élettani eredményét, így azt, hogy sértetlen sacculus mellett az úszó hólyag és lagéna egyidejű eltávolításával a hallás éles-ségének erős leszállítása, illetőleg süketség állapítható meg, de leghatározottabban tagadom, hogy a sacculusban levő otolithos az említett szerzők szerinti működést végezheti. Erre

⁴ Stetter: Ber. üb. wiss. Biol. 50. H. 1—2. 1939. ápr. 10. 39. l.

vonatkozólag tudtommal FRISCH semmiféle kísérletet nem végzett, de eredményre sem ő, sem más nem juthatna, mert a saccolithosnak általuk tulajdonított mód szerinti működése merőben ellenkezik a jó rögzítésű és kezelésű képlet morfológiai szerkezetének minden tényével. Eme megállapításaim azonban nem zárják ki a FRISCH-féle kísérletek eredményeinek más-milyen, de igazoló magyarázását sem.

A morfológiai tények különbözősége a magyarázata annak, hogy az én készítményeim vizsgálatából levonható következtetés egészen más, mint a tölem eltérő módszerekkel dolgozó buvároké. Kétségtelen, hogy említett dolgozatomban az előadáson bemutatott nagyszámú kép helyett csak 6 van felvéve, de a hozzáértő mikroszkopikusnak nem hat, hanem egyetlen kép összehasonlítása egy másik képpel, mely hasonló tárgyból készült, már elegendő kell hogy legyen arra, hogy megállapíthassa nemcsak az azonos helyről készített két kép közötti különbséget, hanem következtetnie kell belőle arra a különbségre, mely a mikrotechnikai módszerben és az egész vizsgálati eljárásban megnyilvánul, amely azt a készítményt, melyről a kép készült, különbözőnek létrehozta. Ezt természetesen STETTER hiába nézné, mert tudomásom szerint egyetlen készítményt sem csinált, miután mint egyik dolgozatukból tudom: „Die Operationen und ihre Kontrolle an den Schnittserien hat v. FRISCH ausgeführt, der für diesen Teil allein verantwortlich ist“ (Z. vergl. Physiol. 17. 1932. 692. l.)

Abból a megállapításból kifolyólag, hogy az általam alkalmazott vizsgálati eljárások következtében elért eredmények — jobbak, mint az eddigi buvárok bármelyikéé, következik, hogy a tárgynak nemcsak a szóban levő, de egyéb helyei is jobb készítményeket és képeket adnak, mint másoknak hasonló helyekről való készítményei. Így jött létre ez a dolgozat is, mely elsősorban a sacculus olyan helyéről kíván felvilágosítást adni, amely a saccolithosnak (sagitta) nyélrészére esik, amelyről pl. DE BURLET azt tartja, hogy a nyél rész, szemben a szárnyas résszel úgyszólván forgási tengelyként szerepel az elülső rész számára. Ez a tengely — szerinte — egy kocsonyás massába van beágyazva.⁵ Ugy ő, mint utána

⁵ Z. Anat. 89. 1929. 17. l.

a müncheni kutatók is tehát egyszerű kocsonyás massát vélnek abban a sacculus részben, melyben én a füllabyrinthusnak egy phylogenetikailag igen egyszerű formáját találtam meg és fogom ez alkalommal részletesen ismertetni.

Vizsgálati anyagul főként a fűrges csele (*Phoxinus laevis* AGASS.) szolgált, de szolgált a szivárványos ökle (*Rhodeus amarus* L.) élő vizsgálatokhoz a *Carassius vulgaris* L., továbbá sok készítménnyel az amerikai törpe harcsa (*Amiurus nebulosus* RAF.) és a lesőharcsa (*Silurus glanis* L.) is.

Miután azonban általánosabb jelentőségű kérdések is szóba jönnek, utalnom kell korábbi dolgozatomra⁶ és az ott tárgyalt vizsgálatokra.

Irodalom. Ha az irodalmi adatokat röviden fel akarnánk sorolni, melyek a Cypriniformes halak fül-labyrinthusának nagyírtós szerkezetével foglalkoznak, eltekintve RETZIUSnak régebbi (1872, 1881) klasszikus vizsgálataitól, majd az újabb időben DE BURLETnek már említett *Amiurus*-szal foglalkozó dolgozatától, FRISCHnek és tanítványainak főként WOHLFART-nak a *Phoxinus*-ra és mások Siluroidákra vonatkozó dolgozatai emendők. Azonban legbehatóbb feldolgozásként WERNER⁷-nak a csontos halak otolithosáról írott terjedelmes dolgozatát kell mondanunk, amely részletesen foglalkozik a Pontyszerű halak sacculusával is.

A Pontyszerű halak sacculusa.

WERNER,⁸ a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan szintén azon a felfogáson van, hogy a Ponty-félék hosszú sacculusa és saccolithosának nagymérvű elváltozása az úszó hólyaggal való működésbeli kapcsolathoz történő alkalmazkodás. A sacculus szerinte 3 szakaszból áll: 1. elülső csücsök-, 2. középső szakasz- és 3. hátsó szakaszból.

Az elülső csücsök a canalis utriculo-saccularis előtt egy tölcserformájú csonthüvelyben van, mely a recessus utriculi alatt igen messze előrenyúlik. Ebben WERNER szerint nincs membrana propria, így nincs macula és otolithos

⁶ Farkas: Acta biol. P. zool. Szeged T. V. 1939.

⁷ Z. Wiss. Zool. Bd. 130. 1928.

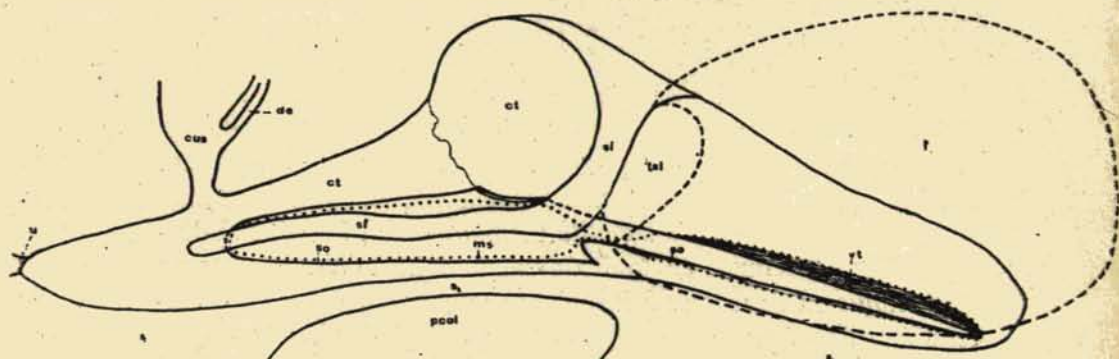
⁸ I. m. 529. és köv. lapok.

sem. A fal lapos hámból áll, melyet hálózatos rost állomány köt össze a csonttal. (i. m. 529. l.)

Ezen kívül és tőle eltérőleg vizsgálataim alapján a sacculus elülső szakaszáról a következőket mondhatom.

1. A sacculus orrvégi (elülső) szakasza (*Pars rostralis sacculi* s_1)

A sacculus elülső szakaszában éppen úgy meg van a membrana propria, mint a többi részben, csak hogy nem min-



1. ábra. A fürge csele (*Phoxinus laevis* Agass) sacculusának vázlatos képe. u = utriculus, s_1 = a sacculus orrvégi (rostralis), vagy elülső szakasza, s_2 = a sacculus középső szakasza, s_3 = a sacculus farkvégi, (caudalis) vagy hátsó szakasza, cus = canalis utriculo-saccularis, de = ductus endolymphaticus, ct = canalis transversus, sl = septum longitudinale sacculi, so = saccolithos, ms = macula sacculi, $pcol$ = protocolumella része, fsl = foramen sacculo-lagenare, vt = vesicula tectoria felülről nézve, l = lagena.
Fig. 1. Schematisches Bild des Sacculus der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass.) u = utriculus, s_1 = rostraler Abschnitt des Sacculus, s_2 = medialer Abschnitt des Sacculus, s_3 = caudaler Abschnitt des Sacculus. Übrige Bezeichnungen wie oben im ungarischen Text, bei 1. ábra.

denütt egyforma vastagságban. Ez a sajátosság azonban a labyrinthus fal nagyon sok részére jellemző.

Ha megnézzük az I. tábla 1. képet, mely már a canalis utriculo-saccularis előtti részből, tehát a rostralis szakaszából való keresztmetszetet mutat, látjuk, hogy a kerekded csont-hüvelyt medialisan vastag fal béleli, melyben jól elkülöníthető kétféle állomány van. Az üreg többi részét igen vékony fal

béleli, de még lateralisán látszik kis vastagulat, mely tulajdonképpen a septum longitudinale sacculi helyét jelzi.

A medialis fal vastagsága itt $95\ \mu$ és a homogén membrana propria rostralis irányban haladva valóban keskenyedik, de a tölcsérszerű csonthüvely hegye felé ismét vastagabb lesz. Vastagodik azonban a lateralis falrész is, ahol ebben a metszetben csak egy igen vékony, de annál tömöttebb rost-réteg látszik. Ezen az oldalon a membrana propria vastagodva kitölti a csonthüvely elejét és rostjai a csontos falon át követhetően folytatódnak az utriculus falába, amellyel a sacculus ez elülső csücske érintkezik is.

Szólni kell itt valamit a labyrinthus fal finomabb szerkezetéről, mely amint látjuk, nemcsak vastagságban, de szerkezetileg is különböző helyeket mutat és általánosságban másféle alkotású, mint ahogy azt a korábbi vizsgálatok alapján tartják.

RETZIUS szerint (1882. 50. l.) a halakban a hártvás labyrinthus fala egy egészben véve homogén itt-ott némileg csikolt, meglehetősen merev és elasticus állományból áll, ebben szétszórt sejtek vannak, melyeknek ovális magjuk körül szemcsés plasmaticus állomány található. A sejtek két, vagy több irányban nyulványokat bocsátanak. RETZIUS is megtartja a HASSE-féle „Spindelknorpel” elnevezést, bár nem találja porcállománynak és szerinte a falba ágyazott sejtek is mások, meg aztán kötőszöveteszerű részekbe megy át. Ő is látott az alapállományban finom rostokat, látott rétegzettséget és észre vette, hogy vérerek hatolnak a falba és így a sejteken kívül érhurkok is találhatók benne.

A különböző vastagságú és különböző módon festett készítményekben azt látjuk, hogy a falat nagyjából homogén alapállomány képezi, melyben különböző irányban haladó egyszerű, vagy elágazó csatornák vannak, és a csatornában megnyult, és különbözően formált magvak, némelyikben 2—3 is található. (I. tábla 2. kép.) Miután a csatornák kapcsolata tágabb vérerekkel kimutatható, mindenekelőtt tehát azt kell megállapítanunk, hogy a homogén alapállományt hajszálerek hálózata járja át és a hálózat különböző ürterű elemekből áll. Vannak az alapállományban kisebb-nagyobb lyukak is, mint keresztmetszetei és különbözően talált metszetei hajszál-

ereknek, melyekben a vérsejtek jól kivehetők, sőt a nagyobbakban szemcsés testű vérsejtek is találhatók. Található a csatornában különböző formájú, legtöbbször két végén vastagodott, de vékony magvakon kívül chromatin törmelék is, és olyan csatornát is találunk, melyben nem festődő szemcsék kisebb-nagyobb csoportját láthatjuk.

Még vékonyabb metszetekben immersziós lencserendszerrel vizsgálva, azt látjuk, hogy a durvább hálózat közötti, tehát a hajszálerek közötti homogennek vett állomány sem egészen homogen, hanem még finomabb csatornácskákból álló, mely a rögzített képen nagyszemű hálózatnak látszik, amelyek tulajdonképpen összeköttetést létesítenek a szélesebb ürterű kapillarisok között. A hámfölület felé eső részen a homogén állomány még egységesebb, tömöttebb, benne a hámfölülettel párhuzamosan haladó igen finom és keskeny hasadékok vannak, mint a csatornák maradványai.

Vannak a hálózat mentén WEIGERT-féle resorcin-fuchsiinnal sötét ibolyára színezett elasticus rostok is, és találhatók a tágabb ürterű hajszálerek fala mentén toluidinkékkel színezett fibrillák, idegfibrillák is. Sok helyen, különösen a csont felé eső részekben a homogen alapanyag feltűnő csikoltságot mutat, durva rostokat tartalmaz, melyek a csontból jönnek és gyakran odamennek vissza is, leginkább párhuzamosan haladva a csont belső felületével. A kötőszövetbe való átmenetet RETZIUSHOZ hasonlóan én is jól észleltem, sőt itt, ahol a homogen állomány fogyni kezd, igen jól látszik az átmenet alakulása is és némi fogalmat nyújt a homogen fal keletkezéséről.

A homogen fal a hólyagos kötőszöveti sejtektől legtöbbször éles határral van elválasztva, amennyiben a homogen állomány határán keskeny kapillarisok vonulnak végig. Maga a kötőszöveti rész hólyagos sejtekből áll, szabálytalan magvakkal és igen finom falu, de elég széles, a homogen rétegben leyókhöz viszonyítva kétszer-háromszor olyan széles kapillaris csatornákkal átjárva.

Jól kivehető, hogy a homogen réteg kialakulása a kötőszöveti réteg fokozatos beolvasztásával, mintegy átívódásával történik, amennyiben a homogen rész a határokon kezdetben még megtartja a kötőszöveti sejthatárokat és sejtmagvakat is, ezek jól látszanak benne.

Vizsgálataim alapján tehát a labyrinthus fal homogen alapállománya egy igen gazdagon elágazó kapillarisok rendszerét kitöltő állomány a kapillarisokban különböző állapotban levő, de folyton decomponálódó vérelemekkel. Vannak a homogen állományban különböző természetű rostok, így idegfonalak és elasticus rostok.

Van még a labyrinthus fal ventralis részén (I. t. 3. kép *elt.*) egy sajátos rosthálózat, mely igen erős fénytörése és a pikrinsav-fuchsin festésben feltűnő sárga színezése és azáltalá tünik ki, hogy a sacculusban elejétől végső szakaszáig megtalálható. Jellemző azonban rá, hogy a WEIGERT-féle resorcin-fuchsin festésben is a többi területnél nagyobb mennyiségű sötétlilára színezett finom elasticus rostkötegeket tartalmaz. A hálózat, melynek fala egyenlőtlen görbe szálakból áll, olyanokból, mint amelyek maguk is összehúzódva formátlanodtak el, a koponyafalból jön és a homogen állományú membrana propria megy. Caudalis irányba haladva az itt még kevés mennyiségű rosthálózat mind erősebb rostkötegekké lesz és helyenként majdnem az egész csont belső felét alkotja, s köti össze a csontos falat a homogen labyrinthus fallal. Legnagyobb fejlettségét a rostrendszer ott éri el, ahol a protocolumella hyalin porcból álló fejét (II. t. 4. kép *pcol*) elasticus rostporc (*ret*) borítja és köti össze a koponyafallal. Ez a rosttömeg a fal obliterált nyílásain át behatol a koponyafalba és a falon belül helyenkint a koponyafal egész belső felét képezi, összeköttetést létesítve az itt már egészen falig terjedő membrana propria és a protocolumella között. E rostok a koponyafalon belül nemcsak a külvilággal hozzák összeköttetésbe a membrana propriát, hanem összeköttetést létesítenek az ellentétes oldali sacculusok között is, ami azonban egy helyen a homogen membrana propria által is megtörténik.

WERNERnek tehát az a megállapítása, hogy az elülső csücsökben hiányoznék a membrana propria, nem helytálló, mert meg van úgy a medialis, mint a lateralis oldalon, azonban különböző vastagságban. Nem helytálló az az állítása sem, hogy a tölcserforma csonthüvely a recessus utriculi alatt messze előrenyúlik, mert amint a horizontalis metszetekből látható, az elkeskenyedett vég érintkezik az utriculus caudalis szintén elkeskenyedett végével. A fal sem csupán vékony lapos hám-

ból áll (i. m. 529. l.), mert a medialis oldalon levő takaróhám lapos hám ugyan, de felsőbb részén majdnem köbösíggé felemelkedik és úgy ül a homogen membrana proprián, azonban a legtöbb helyen egészen ellaposodva takarja a labyrinthus falát, mely helyenként vastagabb, másutt vékonyabb, helyenként pedig egészen erős rostos állományból áll.

A sacculus medialis falrésze, a középső szakasz kezdetén, vastagodik, a canalis utriculo-saccularisnál $120\ \mu$ -t is elér, a mi már majdnem a legnagyobb falvastagságnak felel meg.

Jellemző, hogy a septum longitudinale sacculi, mely a középső szakasz alkatrésze volna, benyúlik ide az elülső csücsökbe is (sl), ahol már, mint azt a II. t. 4. képen (s_{2-1}) látjuk, semmiféle macularész nincsen.

A septum longitudinale sacculi teljesen hasonló állományból áll, mint a labyrinthusfal, amelynek lateralis oldalán ered, illetőleg a lateralis falrésznek medialis oldala felé haladó nyúlványa. E septum longitudinale sacculival később még részletesebben foglalkozunk egy következő (II. rész) dolgozatban.

2. A sacculus középső szakasza (*Pars media sacculi* s_2).

A középső szakasz WERNER szerint a canalis utriculo-saccularistól hátrafele kezdődik és hátsó szélének a sinus imparba való nyílásáig tart, jellemző rá a septum longitudinale sacculi, mely egy dorsalis és egy ventralis térre osztja. A dorsalis hátrafele directe kommunikál a sinus imparral, a ventralis tér pedig a sacculus hátsó szakaszával. Elül mindkét tér az elülső szakaszba nyílik. A két tér amennyiben az otolithos nem zárja el, a macula és septum közti hasadék útján kommunikál egymással. A kétoldali sacculus a sinus impar útján van kapcsolatban, amint az már régóta ismeretes.

Részben ezzel szemben a következőket állapíthatjuk meg. A sacculus ürege a septum longitudinale által egy dorsalis és egy ventralis félre osztva, két egymástól teljesen független csatornát képvisel. A dorsalis csatorna tulajdonképpen nem más, mint a canalis transversusnak a sacculus területében levő folytatása, mely a ventralis résszel egész menete folyamán semmiféle összeköttetésben sincs, mivel a septum longitudi-

nale, továbbá egy e mellett levő hártvás képlet és a saccolithos dorsalis nyúlványa a ventralis területtől elzárja. Az elválasztás annyira tökéletes, hogy sok helyen a septum és otolithos össze is van növe. A dorsalis csatorna irányát nagy mértékben befolyásolja a septum, mely maga is változtathatja alakját. A dorsalis csatorna felfele haladva az őtt levő bonyolult ventil rendszerrel zárt csatorna-nyíláson keresztül folytatódik a canalis utriculo-saccularisba a macula neglecta Retziihez, e mellett egy másik csatornán a ductus endolymphaticuson át az agyüregbe, bele nyílik azonban az elülső szakaszba is. A ventralis csatorna a sacculus caudalis részével közlekedik, mely teljesen el van zárva az otolithos és mellék képletei által az egész canalis transversustól. Erre vonatkozólag tiszta képeket mutatnak giesseni előadásomból (Zool. Anz. 11. Suppl. 1938, 1. kép (197 l.), 3 a. kép (200 l.), 4. kép (203 l.) és 5. kép (204 l.).

A macula és septum longitudinale között semmiféle hasadék sincs, mint hogy azt készítmények ezrei igazolják, mert ahol hasadék, vagy nagyobb távolság látszik, a septum longitudinale vége és az otolithos dorsalis nyúlványa között, úgy az a mikrotechnikai eljárás eredménye és a labyrinthus fal jellemző erős összehúzókonysága következtében áll elő, ami a készítményekben mesterségesen is előidézhető, miként azt említett előadásomban kifejtettem.

3. A sacculus farkvégi (hátsó) szakasza (*Pars caudalis sacculi* s_3).

A sacculus hátsó szakasza (s_3), mint azt WERNER is megállapította, ferdén hátra lefelé húzódik és kissé befelé van irányítva és vakon végződik, szerinte a középső szakasz ventralis terének folytatása ez, de tőle jól el van választva a hosszanti septumhoz hasonló falvastagulat s septum verticale sacculi által. Mint sorozatos metszeteimből megállapítható, a septum verticale tulajdonképpen nem más, mint a septum longitudinale egy része. A septum longitudinale a sacculus elején még ventromedialis irányban nyúlik be a sacculus ürterébe a medialis oldalon levő saccolithosig. Itt a labyrinthus fal, melyből a septum ered, még egészen vékony és szorosan a

koponyacsonton van. A sacculus középső szakaszában azonban már vastagodik a lateralis fal, mégpedig azáltal, hogy a lagena a koponya csontja és a sacculus között helyezkedik el. A falvastagodás különösen tövében vastagítja a septum longitudinale-t is, melynek felfüggesztő helye fokozatosan a dorsalis irány felé csavarodik el. A középső sacculus szakasz végén már a septum longitudinale tulajdonképpen a lagena falból jön ki és majdnem merőlegesen halad az occipitale basale két oldalán elhelyezkedett macula sacculi felé. Szoros kapcsolatban áll itt a macula sacculit borító saccolithossal és teljesen elválasztja a lagena és hátsó sacculus szakasz közös ürterét a canalis transversus ürterétől. (23. és 24. kép.)

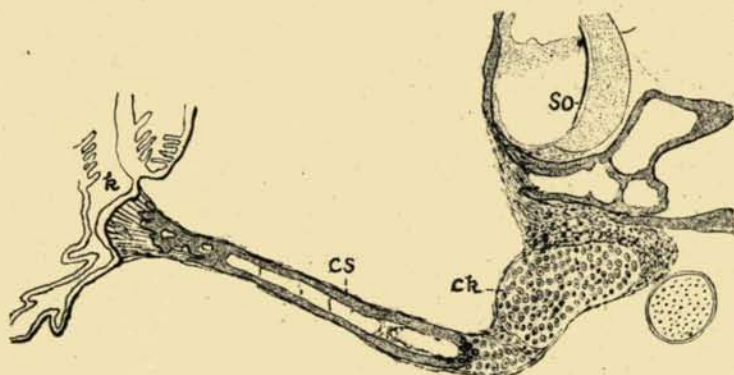
A sacculus farkvégi részének topografiai viszonyait tekintve, a különböző irányú, tehát *sagittalis*, *frontalis* (horizontális) és *transversalis* irányban vágott metszetek alapján megállapíthatjuk, hogy a sacculus mélyen hátrahúzódik az occipitale laterale caudalis széléig, majdnem odáig, ahol ez érintkezik az occipitale baselet alkotó csigolyatest oldali kiszélesedésével.

A sacculus iránya általában a medianus síktól az occipitale basaletól kezdődően divergálva V alakot mutat, összetérő része azonban kissé kifele elhajlik a medianus síktól, de kissé lefele hajlik a horizontalis síktól is. A sacculus tehát végső részén ferdén lefele és kissé kifele hajlik. A sacculus a labyrinthus tagjai közül legmélyebbre nyúlik le ventralis irányban, de caudalis irányban a lagena ér legtovább. Ez ott kezdődik, ahol az occipitale laterale és basale caudalis érintkezése van.

A protocolumella.

A sacculus rostralis részének tárgyalásánál különböző rostokról szóltam, melyek a *protocolumella*-nak nevezett csontrészt össze kötik a labyrinthus fallal és így kapcsolatot létesítenek a külvilág és a labyrinthus között. Ez a *protocolumella* az occipitale laterale és vele kapcsolatos basalenek azon a részén függ, mely a sacculust tartalmazza. Hasonló körülmények közt, de másként alakulva ezt a csontot megkaptam a *Lebistes reticulatus*-nál is és először ott írtam le, mint a negyedik kopoltyúív váz dorsalis tagját. Összehason-

lítésül a kifejlett guppy horizontális metszetéből is mutatok be egy képet (IV. t. 10. kép *pcol*), mely világosan mutatja a sacculus és e csont egymáshoz való viszonyát. A fürge cselle protocolumellájának transversalis irányban metszett képeit a II. t. 7. és 9. képek tüntetik fel, melyeken jól látható, hogy a kopoltyú csontrészek a kopoltyúür (*k*) és a sacculust tartalmazó koponyafal között helyezkedve el, összekötik a kettőt



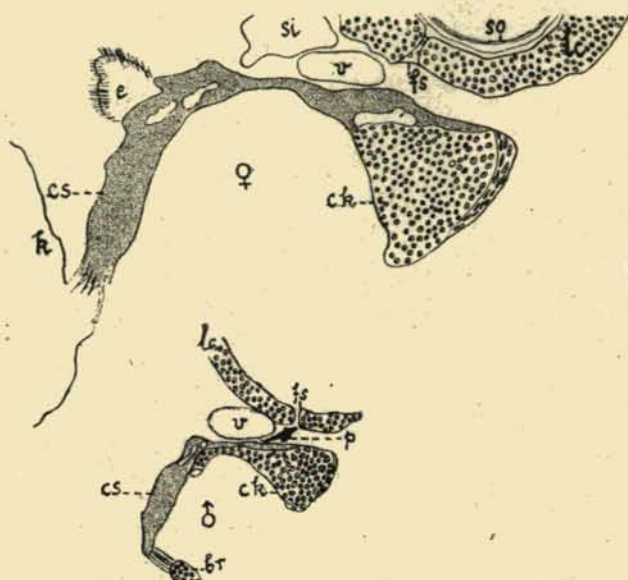
2. ábra. A fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass) protocolumellájának keresztmetszeti képe ($1 \text{ m/m} = 4 \mu$), ck = a protocolumella feje, cs = a protocolumella nyele, k = kopoltyúür, so = saccolithos.

Fig. 2. Querschnitt durch die Protocolumella der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass.) ($1 \text{ m/m} = 4 \mu$). ck = Kopf der Protocolumella, cs = Stylus Protocolumella, k = Kiemenhöhle, so = Saccolithos.

egymással, közvetlen kapcsolatot hoznak létre a külvilág és a két sacculus között. A protocolumella ezért helyzeténél és szerkezeténél fogva a *columella*, illetőleg a *stapes* phylogenetikailag legősibb formájának tartandó.

Ismeretes a középfülnek összehasonlító bonctani és phylogenetikai tekintetben nagy jelentősége, mely több, mint egy évszázada szerepel tudományunkban olyan szervként, amely példája a működésváltozásnak, amikor részek, amelyek kezdetben egész más élettani jelentőségűek voltak, a fejlődés folyamán új feladatok szolgálatába léptek. Mindazonáltal az *Amphibiumok* és *Sauropsisok* columelláját legtöbbször a hyomandibulare felső darabjára vezetik vissza, az én vizsgálataim azonban azt mutatják, hogy a csontos halakban a hyomandibulare is megvan, de az az utriculussal áll kapcsolatban, s a

sacculusé a negyedik kopoltyúív felső tagjának (epibranchiale OWEN) felel meg. Igen pontosan kimutatható kapcsolata a sacculussal, minden hypothesisnél tisztábban és világosabban illusztrálja annak a felfogásnak helyességét, hogy a kopoltyúív rezgések átvitelére is szolgál, és e legősibb formában egyformán teljesít kétféle működést. A negyedik kopoltyúív, mint általánosan ismeretes, a leggyengébben van kifejlődve a cson-



3. és 4. ábra. Egy nőstény és egy hím guppy (*Lebistes reticulatus* Pet.) protocolumellájának keresztmetszeti képe (1 mm = 4 μ), ck, cs, k, so = mint előbb, si = vérsinus, lc = koponya fala, fs = fenestra sacculi, v = vérér, p = pigmentum, br = kopoltyúív porcos váza.

Fig. 3., 4. Querschnitt durch die Protocolumella eines weiblichen und eines männlichen Exemplars von *Lebistes reticulatus* Pet. (1 mm = 4 μ). ck, cs, k, so = wie bei Figur 2. si = Blutsinus, lc = Schädelwand, fs = Fenestra sacculi, v = Blutgefäß, P = Pigment, br = knorpeliges Branchialskelet.

tos halakban s középső szakaszában a légzés szolgálatában álló kopoltyúlevelek támasztását végzi. A kopoltyúívek felső szakasza a csontos halakban igen különbözően alakul és a garat felső részének borításában vesz részt. A negyedik kopoltyúív felső szakasza azonban, mint eddigi vizsgálataim mutatják, bizonyos tekintetben egyformaságot mutat s ez annak a sacculussal való szerves kapcsolata. Jellemző továbbá erre a ko-

poltyúívrészre az is, mint azt a III. t. 7. 8. képek mutatják, hogy azon a helyen, ahol e kopoltyúívszakasz, azaz a protocolumella kiér a kopoltyúúr felületére, nagy mennyiségű rost, közöttük WEIGER-féle resorcin-fuschsinnal sötét lilára — majdnem feketére — színeződő, tehát határozottan elasticusnak mondható rost gyűl össze és megy át a protocolumellára. Ezek a rostok részint a kopoltyúívek tövében, főként azonban a negyedik kopoltyúív felületén levő, sajátágosan alakult szemölcsökből, mint véghelyekről jönnek, nem különben a kopoltyúüreg belső felületéről gyűlnek össze és mennek a csontocska felületén, helyenként azonban belsejében is a csontocska porcok fejéhez és a fejet borító elasticus porc rostjaiba. Itt hálózatot képezve a sacculust borító koponyafalhoz jutnak, melynek különböző halakban különbözően képződött nyílásain, a primitív fenestrán mennek a labyrinthus falba. Formai különbségek azonban a protocolumelláknál is vannak, mert pl. a *Lebistes*-ben dorsalisán görbült ívet képez, a *Phoxinus*-ban pedig ventralis irányban görbül el, másutt majdnem egészen egyenes irányban halad a csont, amely alakulás, legalább az eddigi vizsgálatok alapján mondhatóan a többi kopoltyúív felső részeinek, első sorban pedig a fogaknak helyzetével és alakulásával van összefüggésben. Bizonyos fogaknak közvetlen kapcsolata a labyrinthussal, mint azt a *Lebistes*-ben már láttuk, szintén bebizonyított.

Ezen a protocolumella csontocskán (II. t. 5., 6. kép *ka*) áttör egy kopoltyúarteria is, mint azt a kép jól mutatja. Miként ismeretes, a Coeciliák között az *Ichthyophys*-ban a columella belső vége szintén egy arteria által van átfúrva, amit az Emlősök kengyelarteriájához hasonlítanak. Hasonló jelenséget találunk a csontos halak protocolumelláján is.

A macula sacculi tagolódása és a vesicula saccularis caudalis.

Miután a sacculus tagolódását nagy vonalakban megismertük, foglalkoznunk kell a macula sacculi tagolódásával is, mely mint az a korábbi vizsgálatok alapján ismeretes, két részre, egy elülső s egy hátsó részre oszlik, amelyeket DE BURLET szerint (1929. 13. l.) érzősejteknek egy keskeny hídjá köt össze.

sze. Maga a hallóideg *ramus saccularis*-a, mielőtt elérné az érző véghelyet, szintén két részre oszlik. A két idegrost közös ganglionból ered, az elülső ideg sejtjei tovább proximalisan fekszenek. A beidegzésben tehát elválnak a hátsó köteg az elülsőtől.

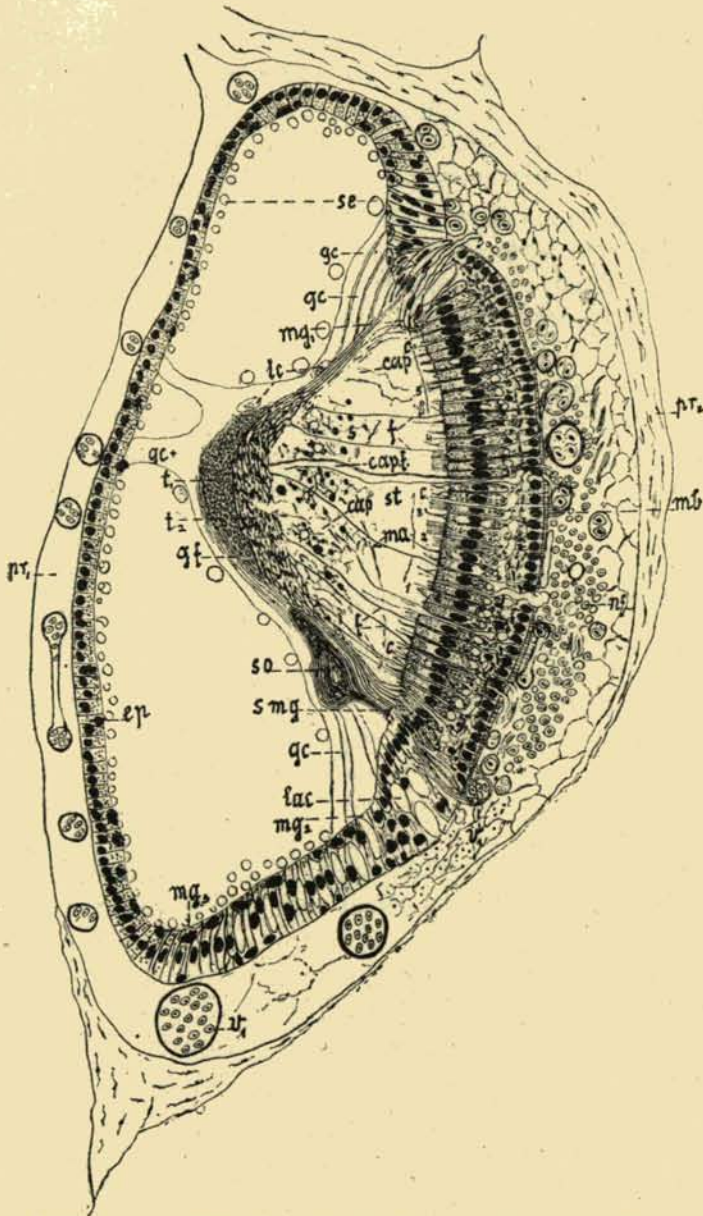
WERNER, aki szintén behatóan vizsgálta a Pontyszerű halak sacculusát, jól megkülönbözteti a két részt egymástól, azonban végső következtetésében nem jut elfogadható eredményre. Azt is tartja, hogy a MYGIND-féle felfogás értelmében (1927) a hátsó macula szakasz és ennek különösen ventralis széle volna a „dominante Partie“ (534. l.), ezen van az otolithosnyél is, azonban más tények alapján éppen az elülső macularész volna a legfontosabb ingerfevevő hely (535. l.). A hátsó macula-szakasz legnagyobb részt fedetlen a WERNER vizsgálatai szerint, DE BURLET szerint pedig itt egy kocsonyás anyag van, melybe beágyazva forgómozgást végez az otolithosnyél (17. l.). Egyik észlelet sem helyes, az alkotásbeli viszony egészen más.

A hátsó sacculus rész tulajdonképpen egy hátsó végén zárt cső, mely elől a lagenával nyílik össze, de amelynek a középső szakasz ventralis részével való kapcsolata is megállapítható.

Ebben a hátsó szakaszban van azonban egy mondhatni teljesen lezárt érző véghely, amely különleges alkotásánál fogva behatóbb vizsgálatot és nagyobb figyelmet érdemel. A caudalis sacculus-rész sensulájáról már a giesseni előadásban megemlékeztem és képét is bemutattam, de dolgozatomban (1938. 205. l.) csak mint: 4. „eine im hinteren Sacculusabschnitt, bisher unbekannte Sinnesendstelle des Labyrinths von *Phoxinus*“ néven említettem. Ezt most *vesicula saccularis caudalis* néven nevezem és következőkben ismertetem.

A sacculus e hátsó részében levő érző véghely ugyan egy részét képezi a macula sacculinak, és összefüggésben is van az elülső résszel, mindazáltal finomabb szerkezete szerint jól megkülönböztethető a macula sacculi elülső részétől, sőt annyira különbözik, hogy e különbség alapján működésbeli különbséget is fel kell vennünk.

Alkotás tekintetében jellemző rája, hogy a hámsejtek tekónyszerűen bemélyednek és a széleken nemcsak oldalt, ha-



5. ábra. A fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass) vesicula saccularis caudalis-ának keresztmetszeti képe. Betűk jelentését l. hátul a 98—99. lapokon.
 Fig. 5. Querschnitt durch die rechte Vesicula saccularis caudalis der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass). Die Erklärung der Abkürzungen s. Seite 98—99. und im deutschen Text.

nem elül és hátul is magasabban állanak, továbbá, hogy az egész hámszejtsoportra egy szélein vékonyabb, felső részén vastagabb hólyagszerű fal borul, amely a belső, a hámszejtek fölött levő területet jól elzárja a sacculus caudalis szakaszának csőszerűen alakult többi részétől. Ez a hólyagszerű fal, melyet a későbbiekben tectoria-nak fogok nevezni, legjellemzőbb, a korábbi vizsgálók előtt ismeretlen alkatrésze a sensulának, mely a következő részekre tagolódik: 1. a már említett tectoriára, továbbá 2. a maculahámra, a következő részekkel: a) érzőhám (sensularium WERNER) és b) szegélyhám (marginarium WERNER), 3. otolithosra, mely ezen a részen csak mint az otolithos nyele van jelen, 4. a subtectorialis térre, mely a tectoria és a maculahám közt van. Már ezekből is láthatjuk, hogy a sacculus caudalis részében levő tectoria alkotása alapján különbözik valamennyi eddig ismert labirinthusbeli fedőképződménytől.

DE BURLET meghatározása szerint⁹ a hártvás labirinthus érző véghelyeit a szerkezet és a fedőképződmények természetét alapján különböztetjük meg, 1. maculák, ha azok kemény képletekkel (statolithokkal) (helyesen otolithosokkal!) vannak fedve, 2. cristák, ha gyengéd capula van fölöttük, végül 3. papillák, amelyeknek fedőképződménye igen változó jellegű, de amely általában az érző véghely mellett meg van erősítve, tectoria képződmény.

Azonban mellőzöm az elnevezésre vonatkozó fejtegetések tárgyalását, mert általában véve úgy látom, hogy a vizsgálatok milyensége szerint a képződmények, melyek a maculákat borítják, igen különböző eredményre vezetnek s a szerzők felfogása szerint változnak, hogy csak a macula neglecta Retzii-re mutassak rá, amelyet cristának nevez BENJAMINS, papillának PROEBSTING, DE BURLET és sensulának mond WERNER (1928).

A mi maculánkon van ugyan otolithos, de gyengén kifejlődve, nem lehet otolithos membrának se mondanunk, mert rögzítve van a hámhoz, de nem lehetne membrana tectoriának se mondani, mert nem hártya, hanem hólyagfal és mert

⁹ Bolk—Göppert—Kallius—Lubosch: Handb. vergl. Anat. Bd. II. 2. H. 1934. 1343 l.

nemcsak egy végén van a hámhöz rögzítve, hanem mindeniken és mintegy vesicula módjára borul a hám fölé, úgyhogy leg-helyesebb lesz vesicula saccularis néven nevezni és negyedik érző véghelyként fogni fel.

a) *A tectoria.*

A vesicula saccularis legjellemzőbb része a *tectoria*, mely mint a keresztmetszeti képeken (VI—VIII. t. 11—16. k. t.) látható, egy teljesen zárt hólyagfalként borítja az alatta levő macula sacculi hámsejtjeit. A hólyag szoros kapcsolatban áll a hámmal, de szoros kapcsolatban áll a saccolithossal (so) is, amelynek mintegy részét képezi, sok helyen világosan látszik, hogy a saccolithos részben legalább a tectoria elmeszesedett rostjaiból áll (VIII. t. 17, 18. kép t.).

A keresztmetszeti képeken jól látható, hogy a sacculus végétől kezdődően, miként nő a tectoria és tágul az alatta levő tér, és jól látható, hogy a resorcin-fuchsin festésben erősen lilára színeződik, bár feketére színeződő finom rostok nem nagy számmal találhatók benne.

A keresztmetszeti képeken jól látható az is, hogy a hólyag összesett, különösen középső táján látszik ez, ahol már a valóságban félgömb alakúnak kell lennie. A hólyag fala a sensula elülső harmadában helyenkint a sacculus antimaculáris faláig is felér és összefüggésben van vele.

A tectoria, mely külsejében azonos a szerzők „Otolithenmembran“-jával, alkotását illetőleg átyuggatott, mint ahogy RETZIUS (1872, 1881.) többször is rajzolta; azonban csöves szerkezetűvé, így a tangentialisan talált metszetekben, vagy a membrana igen erős megvastagodása következtében lesz, amire készítményeimben is találunk példát.

A tectoria legnagyobb vastagsága mint azt a különböző horizontális metszetekben hosszában talált hólyagfal (VIII. t. 17—19 k. t.) képe mutatja, körülbelül 30—35 μ , nagymennyiségű rostból áll, legvastagabb közepén, vékonyodik a rostralis és caudalis végén, de azért a rostralis részen folytatódik tovább és az elülső macula rész fölött mint a saccolithos alatt levő rostos képlet van jelen. Legvékonyabb a tectoria hólyagfala a dorsalis tapadási helyén, itt van benne legkevesebb rost.

A tectoria rostjai általában a macula hám sejtjei fölött ívben görbülve fonódnak össze. A rostok tömötten vannak ugyan egymás mellett, de láthatók benne hosszában futó kapillarisok is, melyek helyenkint elágaznak.

Amint a keresztmetszeti képekből látjuk, legtöbbször a falban lyukak is vannak szabadon, tehát átfúrt a tectoria, kívülről azonban egy homogén, vagy igen finoman csikolt réteg borítja be, amelyről számos a legkülönbözőbb korú és legkülönbözőbb irányban metszett állat vizsgálata által kiderült, hogy e burkoló réteg a sacculushám antimagularis részével helyenkint kapcsolatban levő, annak nedvüregeiből, helyesebben vékony falú, de tág kapillarisáiból eredő laza, gyengéd kocsonyás anyag, mely kívülről beburkolja úgy az otolithost, mint a tectoriát. E burokból különböző formált elemek találhatók: vérsejtek (5. ál *lc*) és derivatumaik, valamint váladékszemcsék, melyek szintén résztvesznek az otolithos és tectoria alkotásában. Vannak azután finom rostok (*gf*) is, melyeknek a kocsonyás állományban való képződése szintén nyomon kísérhető. A vesiculaszerű tectoria anyagában változatlanul, de mennyiségileg igen megfogyva folytatódik tovább a sacculus középső részén az otolithos alatt levő ú. n. otolithos membránába, amelyről miután azonos keletkezésű a mi tectoriánkkal, azt kell mondanunk, hogy szintén teljesen lezárja a macula sacculi elülső szakaszát is.

A tectoria rostjai hosszában és a meridiók irányában futnak le a hátsó macula végtől addig a részig, ahol a lagena és a sacculus közti fal átszakadva közlekedés jön létre a sacculus és lagena ürtere között. Itt a macula hám is megkeskenyedik, azonban az otolithos feltűnő vastag és bonyolult formában mutatkozik (XI. t. 21, 23. kép). A tectoria rostralis része azonban nem olyan egységesen zárt, mint a caudalis, mert itt a tömött rostokból álló fal helyett lazább hálózat is mutatkozik, ami főként a XIII. t. 26—29. km.-i képen látszik. E képek azonban a keletkezés állapotát, a kocsonyásabb állapotot tüntetik fel, és azért nem keltik a teljesen zárt képlet benyomását, ami pedig a XI. t. 22, 23. képeken világosan látható és kétségtelenül megállapítható, hogy a maculát tömött és zárt rosttömeg fedi.

Bár a sacculus érző-véghelyének alakulása az Ostario-physi halakban igen nagy mértékben különbözik a többi cson-

tos halban található sacculus érzővéghely alkotásától. mégis vizsgálataim folyamán sikerült közös képződési viszonyokat találni, mint azt a következőkben látni fogjuk.

A *Lebistes reticulatus* otolithosának képző elemei közt „otolithos-hólyagot“ és „otolithos-korongot“ különböztettem meg, illetőleg a régebben „Otolithen-membran“-nak nevezett képletet e két alkotóra bontottam, melyek közül az „otolithos-hólyag“-nak az otolithos alkotásában jut különös szerepe.

Lényegében hasonló megkülönböztetést tehetünk itt is, csak hogy az állat kifejlett volta miatt sokkal nehezebben megállapítható viszonyok közt. A *Phoxinus*-ban is megkülönböztethetjük 1. az otolithos-hólyagnak megfelelő a macula fölött elterülő képletet, mely résztvesz az otolithos és az ezzel szoros kapcsolatban levő tectoria alkotásában és 2. az otolithoskorongot, mely itt nem olyan szembetűnő és a tectoriától el nem különíthető. Főalkatrésze az otolithos hólyagnak az a nagymennyiségű gyengéd kapillaris csatorna, melyek a sacculus falból jönnek ki és együttesen bőséges kocsonyás állományt képviselnek. A kapillarisok nagy része abból a területből ered, melyet a marginarium lacunás szakaszában találunk. Jönnek azonban kapillarisok, helyenkint duzzadt „Saftkanälchen“-ek a sacculus ürtér többi részéből is, de jönnek a macula sacculi „érzősejtjei“ vagy „szőrsejtjei“ közül is.

Ebbe az így alkotott kocsonyás masszába nyomulnak bele a marginariumon keresztül jövő rostok, az érfal elemek, de amint készítményeim mutatják, önállóan is képződnek benne finom rostképletek. A rostokhoz járulnak azok a lamellák, melyek a „szőrsejtek“-nek nevezett mirigysejtek produktumaiból: váladék szemcsékből és kilépett vérsejt elemekből képződnek és lassú ráakodással egy kezdetben vékonyabb, később vastagabb átlýuggatott hólyagfalat hoznak létre.

A *Phoxinus* eme saccularis sensulájának a tectoriájában háromféle alkatrészt lehet megkülönböztetni. 1. igen finom rostokat, 2. finom hártyákat és 3. vékony falú kapillarisokat.

Ami a vesicula tectoriában levő rostokat illeti, azok Kh. P. F. festésben sárgára színeződnek, éppen úgy, mint az érfalak. Vannak azonban a tectoriában rostok, melyek a WEIGERT-féle resorcin-fuchsinnal sötét ibolyára, majdnem feketére színeződnek és a metszetben fonatokképpen veszik

körül a tectoriát alkotó rostokat. Ugyancsak fonatok formájában, tehát hullámosan csavarodott lefutásban haladnak a kapillarisok is, melyek a hámtól saccolithosig végig követhetők.

A tectoriát alkotó rostokat a macula caudalis szélének vizsgálatában találjuk meg.

WERNER, miközben rámutat arra, (1928. 556 l.) hogy az otolithos membran, mivoltát illetőleg milyen éles diskussiók voltak a két kiváló kutató, WITTMACK és KOLMER között (1926—27), kiknek vizsgálatai azonban az emlősökre vonatkoztak, igen helyesen jut arra a megállapításra, hogy a halaknál található sokoldalú és részben tisztább viszonyok alkalmassá teszik vizsgálatukat a döntésre. Mindazáltal új eredményre ő sem jut, mert az a megállapítása, hogy az otolithos hártya az érzősejtek derivatuma volna, ami tulajdonképpen azonos a STUDNICKA, WITTMACK és mások korábbi megállapításaival, nem helyes. Az érzősejteknek, melyek felfogásom szerint mirigysejtek, csak kis részük van az otolithos membrana alkotásban. de az sem úgy, ahogy a korábbi vizsgálók valamenynyien tartották.

b.) *A tectoria eredete és a hám alatti kapillarisok.*

Miután többször említettem, hogy a tectoria szoros kapcsolatban van a macula hámmal, felmerül a kérdés, miképpen történik a kapcsolat, és melyek azok a hám elemek, honnan származik az a hatalmas mennyiségű rost tömeg, mely a tectoria alkotásában résztvesz.

A horizontalis metszetek egészen jól mutatják, hogy a macula sacculi caudalis végén kissé emelkedik, (17, 18. k) teknőszerűen alakul és e fölött van a kezdetben még igen vékony tectoria, és az igen vékony otolithos nyél vége, amelynek leghegye körülbelül egy ú. n. „halló szőr“ vastagságának felel meg. A tectoria igen halványra színeződött finom rostos és kocsonyás állománnyal borul a macula hám felemelkedő szélére és amint legalább a rögzített képekből következtethetjük, kocsonyás állomány az is, mely kitölti a tectoria alatti részt.

A sacculus keresztmetszetekben itt a macula végén a macula hámsejtek mintegy meridionalis elhelyezkedésben szegélyezik a teknőt és az egyes metszeteket nyomon kísérve azt

látjuk, hogy a meridionalisan helyezkedett sejthalmazra mintegy ráfekszik egy vékony hártya, mely azonban az otolithos végénél felemelkedik és azt is borítja. A hártyát alkotó rostok mint azt igen sok metszet átvizsgálása után megállapítottam, a sacculus medialis oldalán levő: „arteria saccularis”-nak nevezhető erecske falából származnak. (17. k. av.)

Az erecske ugyanis a macula sacculi végződésének körvonalával halad párhuzamosan, tehát ívben megy és az erecske-ívről leváló rostok áthatolva a sejtek között befedik a macula végén található hámsejteket. A macula caudalis vége tehát ezekkel a rostokkal, illetőleg rostokból képzett hártyával be van fedve, és teljesen zárt területet alkot.

Ugyancsak hajszálerek falára vezethető vissza a tectoria állományának jelentős része a többi helyeken is. Jellemző ugyanis, hogy a sacculus e részén, a macula sacculi basalis hártyája alatt igen nagymennyiségű hajszálér van, melyek keresztmetszetei sűrűn egymás mellett láthatók.

Mivel ezeknek a kapillarisoknak így nagy jelentőségük van a sacculus s általában a hallószerv alkotásának megismerésében, kissé behatóbban kell velük foglalkoznunk.

A sacculusnak caudalis végén a kezdetben keskeny labyrinthus fal, a membrana propria azáltal lesz vastagabbá, hogy különböző üreterű hajszálerek nyomulnak bele és a homogén állomány megnövekedik. A hajszálerek közt egy-egy tágabb és számos szűkebb erecske van. A tágabbaknak leginkább keresztmetszeti képe látszik, de helyenként vannak olyan erecskék, melyek a lagena s mellette a sacculus üregét kis részben legalább körül fogják s így tangentiálisan, illetőleg hosszában metszve láthatók. Átmérőjük körülbelül 24μ , a szűkebbek átmérője pedig $12-15\mu$ között váltakozik. Jellemző, hogy a hajszálerek falvastagsága ugyanazon ürtér mellett is különböző. Ez a jelenség, ha arra a test többi helyének vizsgálata után sikerült volna példát találni, az általános viszonyok analogiája szerint a mellett szólana, hogy a vastag falúak arteriák, a vékony falúak pedig vénák lennének. Ilyenre azonban a vizsgált hal-testben másutt sehol sem találtam esetet és így a különbségnek más magyarázata van. Mindenekelőtt megállapítható, hogy a kétféle falvastagság között igen sok az átmenet.

Jól látható, hogy a vérerek fala számos vékony rétegből áll, e rétegek tangenciális metszeteiből viszont az világlik ki, hogy e rétegek igen sok finom rostból vannak összetéve. A vastagabb falu erecskék fala több réteget, a vékonyabb pedig kevesebb réteget mutat. A labyrinthus macularis helyéről való kapillarisok falát alkotó rostok leválnak, lerostozódnak az érfalról és vagy közvetlenül mennek a hámsejtek közé, mint a marginariumban láthatjuk, vagy beleolvadnak a sacculus érző-hám alatt futó basalis hártyájába, illetőleg ezt áttörve belenyomulnak az érzőhám hámsejtjei közé. Amelyik érfalról ilyen lerostozódás még nem történt, az vastagabb, amelyikről pedig már leágaztak a rostok, az félannyi, sőt harmadannyi vastagságú, mint az előző. A macula hámnak kialakulása tehát, eltekintve attól, hogy a hámsejtek benne fokozatosan magosabbodnak, azáltal válik szembetűnővé, hogy a hámsejtek alatt egy erősebb basalis hártya alakul ki, melynek vastagsága körülbelül $3-3.2 \mu$. Ez a basalis hártya azonban nem homogen, hanem sűrűn csikolt, jelezve a hártyára merőleges irányban haladó és a hámsejtek közé hatoló finom rostokat.

A tectoria eredete azonban nemcsak ezekből az érfalakból levált rostokra vezethető vissza, hanem rajtuk kívül még arra a nagymennyiségű vékony falú kapillárisra is, amelyek az ú. n. marginarium-ban látható ú. n. „nedvsatornák” folytatásaként a hámból kilépnek és az előbb említett rostokhoz csatlakoznak. Ezekkel jutnak be a tectoriába WEIGERT-féle festéssel sötétlilára, majdnem feketére színeződő elasticus rostok is.

Jellemző, és az otolithosoknak rostokkal való szoros összefüggését mi sem bizonyítja jobban, mint az a másik, a sacculus középső szakaszánál részletesebben is tárgyalandó lelet, mely azt mutatja, hogy a saccolithos rostralis vége ugyanúgy kapcsolatban van hámból jövő rostokkal, mint ahogy azt itt a caudalis végén találjuk, azonban a viszonyok változása következtében a változott feladatoknak megfelelően a rostok alakulása némileg más.

c.) A macula.

Már korábbi képeinken láttuk, hogy a macula sacculi a sacculus caudalis szakaszában homorú, teknőszerűen alakult

képlet, melynek legvégén, tehát a sacculus vak végénél a maculahám még nagyobbára egyforma hosszúra nyomott és a meridiók irányában elhelyezkedett sejtekből áll. Nem messze a legvégtől azonban tagolódni kezd a hám azokra a részekre, melyeket WERNER sensularium és marginarium néven különít el, melyek közül a sensularium az „érző-sejteket“ a szerzők „szőrsejtjeit“ és „támasztósejtjeit“ foglalja magába, a marginarium pedig ezektől oldalvást található. Ez utóbbi sejtjeit korábban KOLMER és mások szegélysejteknek nevezték.

A marginarium.

A macula szélét szegélyező hámsejtek általában úgy szerepelnek az irodalomban, mint amelyek átmeneteket képeznek az indifferens hámhoz, azonban pontosabb vizsgálat alapján több részt különböztethetünk meg rajta. 1. Az egyik a belső a tulajdonképpeni szegélyhám, a sensularium felé legközelebb eső sejtcsoport, mely közvetlenül szegélyezi a maculát és kiindulási helyét képezi az otolithosnak, illetőleg a tectoriának; keskeny, hosszúkás sejtekből áll, melynek hám-beli helyzete általában olyan, hogy állásuk a macula-ív központja felé irányított, azaz a sejtek a vesicula közepe felé konvergálnak. Ezek közé tartoznak azok a sejtek is, melyek öszszességét korábbi dolgozatomban (1938. 198. l.) „Sockelplatte“ (Fussplatte) néven neveztem, amelyekre a saccolithos tárgyalásánál még visszatérünk. 2. Kijebb következik egy hosszúkás világos üregekkel megszakított réteg, a lacunás hám, mely még mindig magas hengeres hámsejtekből áll, de ezek között, különösen felületük felé kisebb sejtek is ékelődnek be (5. á. g.). A hosszúkás világos üregek tulajdonképpen lacunák, melyek mint vékony falú kapillarisok helyenként a hám fölött is folytatódnak. 3. A harmadik rész végül az átmeneti hám, mely ugyancsak magas hengeres hámsejteket tartalmaz, de ezek közt lacunák már rincsenek és ez a réteg fokozatosan megy át a kubikus hámsejtekbe, majd a kubikusak tovább az ürtér nagy részét borító lapos hámsejtekbe. (5. á. mg.).

Jellemző, hogy helyenként a hosszúkás sejtek között pigmentum sejtek is vannak, melyek szintén a rostok, illetőleg a kapillarisok haladási irányát követik.

A macula helyzete némileg változik mert míg a sacculus caudalis végén, mint a 11. és 12. képek mutatják, még a dorso-ventralis irányban megnyúlt occipitale basale kétoldalán ívben helyezkedik el, az elülső részben már kevésbé ívelt a hám. A hátsó rész felső vége közelebb esik a medianus síkhoz, alsó vége pedig elhajlik tőle, úgy ahogy a macula szélein levő marginarium dorsomedialis, illetőleg ventrolateralis helyzetűvé lesz, a sacculus caudalis részének elején pedig, ahol a sacculolagenaris nyílás képződik, a macula hám már egészen egyenes vonalban alakul (26. kép), de úgy, hogy dorsalis vége közelebb van a medianus síkhoz, mint a ventralis. Ilyenkor a marginarium is dorsalis és ventralis helyzetű, de a ventralis marginarium lateralis irányba elnyúlik. A sensularium két végén elhelyezkedő marginariumok közül a dorsomedialis mindig kisebb, mint a ventrolateralis. A macula hám tovább rostralis irányban haladva jelentősen kisebbedik, az otolithos azonban, melynek a caudalis részen még mindig csak a ventromedialis lába van kifejlődve, folyton szélesebbé lesz.

A sacculus és lagena összenyílása után feltűnően megerősödik a ventrolateralis marginarium lacunás hámja, amennyiben a hám meghosszabbodik és a sok lacunától áttörve, világosnak látszik.

Ez a jelenség azzal a szerkezetbeli összefüggéssel van kapcsolatban, mely a sacculus hámja és az otolithos közt fennáll. Az otolithosnak ventralis szárnya, helyesebben lába, ugyanis azon a területen fejlődik ki, (26—28. k.), ahol a lagena és sacculus ürtere közti kapcsolat a kettő közötti fal átszakadásával létre jön. Amint közeledünk e nyíláshoz, ugyanúgy kezd az otolithos ventralis szárnya (lába) is kiképződni, (26. kép) mégpedig úgy, hogy amennyire nő metszeteinkben a sacculo-lagenaris nyílás, olyan módon nő a ventralis láb is.

A ventralis láb kialakulását a saccolithos fejezetben fogjuk tárgyalni, ugyancsak ott ismertetem az otolithos képzésével vonatkozásban levő hosszú talpaztsejteket is, itt még a dorsalis marginariumról kívánok valamit szólni, amelyik mint említettem, kisebb terjedelmű a ventralisnál. Az egész hám magasságát elfoglaló lacunák képzése ebben is meg van, de jóval kisebb mértékben, úgy hogy a nagyító képekben csak egy-két ilyen üreget találunk. Vannak azon-

ban itt sejtek, melyeket takaró sejteknek nevezhetnénk, (5. á. *mg.*), melyek mintegy ívben ráhajolva borítják a lacunát és kiemelkedve a hámfelületből, többé-kevésbbé ráborulnak az érző hámfelületére is. A szegély-sejtek közt és a lacunák ürterében is finom rostok haladnak a subtectoralis térbe, néhol e rostok kis szemcsében végződnek a hámfelület magasságában.

Igen jellemző a dorsalis marginarium sejtjeinek legyezőszerű alakulása és az, hogy felületüktől gyengéd kapillarisok haladnak a tectoria falához, mely mint említettem, itt igen vékony, rostállománya fölöttébb kevés, úgyannyira, hogy helyenkint a fal majdnem e gyengéd kapillarisokból áll.

A saccolithos.

A sacculus otolithosának a saccolithosnak e helyen csak arról a részéről lesz szó, mely a sacculusnak caudalis szakaszába esik. Régóta ismeretes, hogy az Ostariophysi halak sacculusában az otolithos nyílalakúan képződött, azért adták neki a *sagitta* nevet. E nyílalakú képletnek elől négy szárny-szerűen formálódott függeléke van, melyek közül kettő dorsalis, kettő pedig ventralis irányban nyúlik ki.

A medioventralis szárny folytatása az a rész, mely az ú. n. nyelet alkotja, mely tulajdonképpen a caudalis sacculus szakaszának a területére esik és amint az összes képeken látható, igen szoros kapcsolatban van a tectoriával, úgy annyira, hogy helyenként egészen jól látszik, amint a tectoria rost átmegy az otolithosba, amelyben azonban már a rost az elmeszesedés miatt nehezen vehető ki.

Az otolithos, amint az a 11—15. képeken látható (*so*) az occipitale basale oldalán concav formában elhelyezkedett macula ventralis szélén van, kissé hosszúkas képlet, mely a macula hátra majdnem merőlegesen áll. Az otolithos ventralis szélével a hámhhoz, dorsalis szélével pedig a tectoriához ér, a tectoria mintegy kinyúlik belőle, bár a közös kocsonyás burok útján minden oldalról összeköttetésben áll vele. A saccolithos nyél tehát a ventralis macula résszel van összefüggésben és számos metszeten keresztül mint ékalakú képlet mutatkozik. (13. kép). Az otolithos burkolva van lágy részekkel, kapillarisokkal és rostokkal, mirigytermék szemcséivel és kocsonyás

anyaggal; a különböző metszetekben hol közelebb, hol távolabb van a hámtól, néha egy vékony nyúlvánnyal behúzódik a lazább szerkezetű szegély-hámba is.

Ha az otolithos nyél kissé eltávolodik a hámtól, ami általában a keresztmetszeti képekben a leggyakoribb eset, igen jól látható, hogy az elvékonyodott szélétől divergáló irányban egyenes lefutású rostok haladnak a macula szegély-hámjához és a rostokkal összeköttetés létesül a marginarium és saccolithos között. Az összekötő rostok a legtöbb festésben alig festődnek, de a környezettől eltérő fénytörésükkel mindenkor jól feltűnnek. A Kh. P. F. festésben halványkék színt vesznek fel, de a methylenazur és resorcin-fuchsin is színezi őket, halvány sárga színeződést mutatnak a pikrinsav-fuchsin festésben.

A rostok eredete a marginarium hámja alatt levő kapillarisokra vezethető vissza. Egészen jól látható a resorcin-fuchsinnal festett készítményben, hogy a basalis hártya megszakad, vagy legalább az összefüggése lazább lesz és rajta több feketére színezett rost megyen harántul át, melyek folytatása egyfelől a basalis hártya alatti vérér-kapillaris falához, másfelől a marginarium lacunás részén át a hámsejtekhez felkövethető.

A hámsejtek alkotása is egészen sajátos itten. Teljesen megfelel annak a törvényszerűségnek, amit már korábbi dolgozatomban megállapítottam: hogy t. i. az otolithosok érintkezését a hámmal különlegesen alakult hámsejtek kisebb csoportja jelzi (1938. 198. lap). Ottan lapos hámsejtek között találtam azt a kiemelkedő 6—8 sejtből álló sejtcsoportot, melyet először német néven „Sockelplatte“ (Fussplatte)-nak neveztem, s amely csoport mindenütt jelzi az otolithosnak hámmal történő érintkezését és pedig azért, mert a hámsejtek között és rajtuk keresztül jönnek az otolithos rostok. Ez törvényszerűség, amely akkor is igazolja az otolithos lábnak a hámmal való érintkezését, ha az otolithos természeténél fogva és a hiányos mikrotechnikai manipulációk következtében, mint ahogy az a korábbi vizsgálóknál látható, nem marad összeköttetésben a hámmal.

A „Sockelplatte“-t alakító hámsejtek azonban a sacculus caudalis részében egészen mások.

A magas hámsejtekből alakult marginariumnak megfelelően a „talapzatsejtek“ ahogy ezeket magyarul nevezhetők, keskeny hosszúkás sejtek, melyek formája azonban egy meredek hullámvonal alakjában görbült. A talapzatsejtek igen keskenyek, 6—8 van egymás mellett s apicalis végük erősebben fénytörő, világosabb, mintegy fej vagy fedőlemezkeképpen látszik, másutt sűrű harántcsíkolatot mutat az apicalis vég. A sejtcsoport szintén kiemelkedik a hámból és magasabb helyzetük jól feltűnő (5. á. *smg*). A sejteken, legalább amennyire megállapíthattam, áthatolnak a rostok, sőt felületükön néhol egy-egy sötétebb pont is látszik, mint az áthaladó rost kiindulási pontja, de helyenként maga a sejt erősen fénytörő állományú fejrésze is folytatódik az otolithosban. E sejtek folytatásába esnek tehát azok a rostok, melyek nagy része az otolithosba megy be, de mennek át a hámon, még pedig a sejtek közt olyan rostok is, melyek az otolithos belső (macula felé eső) felületén haladnak tovább a tectoriába.

Kétségtelenül megállapítható az is, hogy a sejtek között olyan rostok is futnak, melyek kreosot-haemalaunnaal színeződnek és kapcsolatuk alapján idegfibrilláknak tarthatók. E fibrillák szintén a saccolithos belső felületén futnak, de érintkezésben vannak az otolithossal is.

Az otolithos-nyél, amely még csak egyik végén van a hámmal érintkezésben, legnagyobb kiterjedését a sacculo-lagenaris nyílásnál éri el (28. kép), ahol ívalakúan görbülve már majdnem befedi a macula ventralis felét, a nyél szabad vége a legvastagabb, úgy hogy a keresztmetszeti kép bunkóformát mutat. A macula dorsalis felét az otolithostól nem fedett tectoria és az ebből eredő nagyszámú, a sacculus hám különböző helyeihez tapadó rostok, illetőleg hárttyák borítják, mint azt a 29. kép mutatja.

Említettem már, hogy a korábbi vizsgálók a saccolithos szárnyas formájából és rossz metszetekből következtetve arra a felfogásra jutottak, hogy a saccolithos hátsó szakaszban levő nyele egy kocsonyában helyezkedik el és mint forgási tengely szerepel és működik a szárnyak számára.

A kocsonya helyén már kimutattam egy igen bonyolult szerkezetű vesiculát, mellyel az otolithos össze van növe, te-

hát tengelyszerű forgómozgásról már ezért sem lehet szó. A hosszmetzeti képek szintén ezt igazolják.

Mindenekelőtt megállapítható, hogy a saccolithos nyele, bár caudalis végén nincs a hámban megerősítve, mégis igen szoros vonatkozásban van vele. Az igen erősen elvékonyodó vég, mely keresztmetszetben a „hallószőr“ hegyességéhez hasonlóan keskeny, (17, 18. k.), keresztmetzeti képben alig 0.5μ vastagságú, igen közel, mintegy 1μ távolságra van a hámtól és jól látható, hogy a tectoriának itt még nehezen kivethető hártýája ráborul a saccolithos végére.

Mindazáltal, ha az 1μ -nyi távolságot vesszük, amelyet rögzített és hosszabb mikrotechnika eljárásokkal kezelt készítményben kaptunk, a minden körülmények közt meglevő minimalis zsugorodást figyelembe véve azt kell mondanunk, hogy az otolithos caudalis vége érinti a hámot, annak felületét. Más metszetek arra is mutatnak példát, hogy a hámsejtek a saccolithos fölé nőnek, mintegy befogják azt. Hogy a valószínűségben az otolithos igen közel van a hámhhoz, abból következtethetjük, mert a macula sacculi hámsejtjei között közvetlenül a hám fölött helyenként finom, de összetöprödött kapillarisokat látunk, melyekben Kh-nal igen szép kékre színeződő kicsapódott váladék állomány mutatkozik. Az a váladék állomány, mely a csatorna tartalmát képezi, jól kivethetően a saccolithoshoz jut, arra rakódik rá és appositio által növeli annak állományát. Sok készítmény megvizsgálása után arra a felfogásra jutunk, hogy a hámsejtek között kocsonyás belsejű csatornák jönnek az otolithoshoz, melyekben a saccolithos anyagához hasonló anyag képződik, és a saccolithos gyarapítására szolgál. Azonban nem csak ezek szolgáltatják az otolithos állományát, de hogy az otolithos anyaga capillarisokból nő elő, ezt már a *Lebistes*-nél is sikerült kimutatni.

Miután a saccolithos caudalis végéből készített horizontalis metszetben egész hosszában metszve találjuk a nyélrészt (17., 18. k.), jól láthatjuk, hogy a nyél keskenyebb része néhány finom lemezből áll, melyek közt egy sorban különböző alakú hosszúkas, vagy ovalis kamarácskák vannak. A kamarácskák vagy érik egymást, vagy ha távolabb vannak egymástól, közöttük a kamarácskák falával párhuzamosan haladó finom rostozat látható. Más készítményben a lemezek nem vehetők ki, csak

a kamarák sora van a külső és belső felület között kifejlődve. Vannak azonban helyek, ahol az otolithos állománya teljesen tömöttnek mutatkozik. A tectoria végig a saccolithos alatt helyezkedik el és a kissé domborúan alakult saccolithos mintegy ráborul a tectoriára, amellyel organikus összefüggésben áll. A nyél vastagodva elnyúlik a vesicula elejéig, ahol elszélesedve igen bonyolult formát vesz fel, mint azt a 23. kép mutatja.

A sacculus caudalis része, mint már említettem, rostralis végén a sacculo-lagenaris nyílás útján összeköttetésben áll a lagenával és a kettő ürtere egy nagyobb közös üreget alkot, amelyben a lagena ürteréből szinte nagyobb rész jut, mint a sacculuséból. Ez ürteren belül a vesicula saccularis caudalis egészen önálló szerv, jól elkülönítve a körülötte levő sacculus-ürtértől. Már a caudalis sacculus szakaszban is meg kell különböztetnünk egy tectoria körüli és tectoria alatti teret, amelyek tulajdonképpen élesen el vannak zárva egymástól, legfeljebb a tectoria finom nyílásain keresztül lehet kapcsolat közöttük. A tectoria elzárása azonban a caudalis részen nem minden állatban egyforma, hol lazább (29. kép), máskor azonban egészen tömött, csak vastagsága csökken, ami a szélhelyzet alapján érthető is (23. kép).

A sacculus caudalis szakaszában a macula sacculi rostralis irányban szintén végződik, a hámsejtek alacsonyabbak lesznek, de a saccolithos erősebben fejlődik ki. Tulajdonképpen egy átmeneti terület alakul itt ki, mely az otolithos alkotásában is megnyilvánul, mint azt a 23. kép mutatja. Kifejlődik a ventralis láb és folytatódik a dorso-medialis és dorsális láb kiképződése, melyek kezdetben közösen haladnak egymás mellett összenőve, s csak később válnak el egymástól. Miután a hátsó sacculus szakaszba csak a ventralis láb esik, ennek kialakulásával itt foglalkozunk, amely, mint említettem, a sacculo-lagenaris nyílás képződéssel halad együtt.

A ventrális láb képződése a sacculus falban indul ki, mint ahogy az a sorozatos metszetekben végig kísérhető. A sacculus falban azon a helyen, ahol az a ventralis lábbal érintkezik, mindig látható a hám alatt egy erecske keresztmetszete (30. kép). Ebből, a mindenik csontos halban mindig jelenlevő kapillarisból elágazás történik és ennek folytatásában alakul

ki a hámfelületen az otolithos láb első nyoma, mint egy kreosothaemalaunnaal színeződő folt.

A kapillaris oldalág ürtere nyilvánvalóan teljesen összehúzóul, de a rostok befolytatódnak az otolithosba. A színezett folt egyik állatnál bent van egészen a hámsejtek között, másutt kijebb áll tőle, de jól látható, hogy a hengerded vagy félhold-szerűen alakult érfal kör vagy félkör alakjának megfelelően az otolithosvég is kör vagy félkör alakú. Mászor az otolithosvég fecskefarakszerűen függ össze a hámval, ismét mászor lemezekből való összeállása és a lemezeknek rostokból történő alkotása egészen jól észlelhető. Ilyenkor az összekötő rostok mint igen nehezen festődő, de erős fénytöréssel jól feltűnő képletek mutatkoznak. A 25—28. képeken végigkísérhető és jól látható, hogy a rostralis irányban haladó metszetekkel, mint növekszik a ventralis láb és nő össze a saccolithos törzsszel. miután a fal mentén hosszabbra nyúlik el, mint a törzs felé.

Ugy az itt közölt képek (25—30. k.), mint még igen sok más készítményben látható kép világosan mutatja, hogy a ventralis láb még el sem éri a saccolithos törzsét, mégis mintegy a hámra függ, azzal van szoros kapcsolatban. Ha ez nem így volna, ha a láb „szabad” lenne, úgy dacára a még olyan jó mikrotechnikai eljárásnak is — mint amilyen a készítmények előállítása történt, minden metszetben ezeknek az otolithosból való igen kis kövecske darabkáknak el kellene tűnniök, ki kellene hullaniok, holott nálam a sorozatban egyetlen μ -nyi sem hiányzik belőle és végig követhetők a lábkeresztmetszetek a hámtól mindaddig, míg a láb összeköttetése a saccolithos törzsével létrejön.

Már ez az egyetlen tény is elegendő kellene hogy legyen a többi sok hasonló tény mellett arra, hogy beláttassa a szemlélővel az eddigi vizsgálatok hiányosságát és megállapítások helytelen voltát. Ez a szárny mindig szabadon van a WERNER, DE BURLET, FRISCH, WOHLFART és mások készítményeiben, kivéve a BOUTTEVILLE *Hypheobrycon flammeus* készítményeit. Ezt a nyúlványt nevezi FRISCH (1938. 705. l.) „freie Flügel”-nek, mely a különböző lengedezéseket végzi, amely tulajdonképpen úgy ezekben, mint a WERNER készítményeiben és dolgozataiban csak félig-meddig van megtartva és ábrázolva. Ilyen módon szolgált kimutatásul és megerősítésül a

saccolithos mozgását valló teljesen hibás elméletnek. Holott a ventralis láb kiképződésével éppen az alatta kifejlődő szegélyhámot és a szegélyhámon keresztülhatoló rostokat, meg a szegélyhám alatti mesolymphát rostrendszerével van hívatva fedni és védeni, mint arra a középső szakasz tárgyalásánál még visszatérünk.

Korábbi megállapításaim szerint az otolithosok védelmi berendezkedést képviselnek az alattuk menő élettani folyamatok biztosítására. E védelmi berendezés főként a mechanikai hatásokkal szemben van, és a védelmi berendezés a technika elveinek is megfelelő, amennyiben az otolithos igen sok légtüres vagy gázzal telt kamarácskát tartalmaz. Minden készítményben jól látszik, hogy minden otolithos, így pl. a legtöbb készítményben látható lagenolithos is (11, 12, 16. képek) schol sem olyan, mint ahogy azt eddig kivétel nélkül minden szerző írta és rajzolta, (l. pl. FRISCH valamennyi dolgozatában a legtöbb képét): tudniillik tömör kőállomány, hanem igen sok kamarából álló meszesállomány. Már pedig a hangokkal s általában a mechanikai rezgésekkel szemben éppen ez a kamarákra osztott szigetelő berendezés a legalkalmasabb, mint az általánosan ismeretes. A sacculus caudalis részében azonban nincs szükség hathatósabb védelmi berendezésre, mert arról a koponyának más részein már történik gondoskodás, amiért is az otolithosképződés gyenge és ebben is az üregek képződése fejletlen, illetőleg a saccolithos e része terjedelmének megfelelő.

A subtectorialis tér.

A tectoria, mely a vesicula ventralis szélén szoros kapcsolatban áll az otolithos nyéllel, nagyobb terjedelmében nincs beborítva, tehát fedetlenül van a sacculus csonthüvelyében. Éppen ez a kifejlett csonthüvely adja részben magyarázatát annak, hogy erősebb védelemre a benne levő érző véghely számára nincs szükség, annyival is inkább, mert egy külső védelem a testfölkület és sacculus között elhelyezkedett lagenolithos közbeiktatásával már a sacculus számára is biztosítva van.

A marginarium a ventralis részen, mint láttuk, szintén különbséget tüntet fel, ami nemcsak azért van, mert az oto-

lithos is innen ered, hanem azért is, mert itt új elem lép ki a hámból. Az otolithos és tectoria alatt még egy igen finom rostfonadék is látszik, amely erős fénytörésű és Kh. P. F. festésben igen sárgára, (illetőleg pikrinsav után BIONDI-EHRLICH-HEIDENHAIN festésben sárgászöldre) színeződik és keresztmetszeti képe szorosra vett hajfonatszerű, az otolithosos oldalról húzódik át a másik oldalra és ott végződik elvékonyodva. Ez a fonadék felel meg annak az otolithos-membran résznek, melyet korábban a *Lebistes*ben otolithos korongnak neveztem, és az otolithos hólyag alatti képletnek írtam le.

A tectoria alatti terület a subtectorialis tér, mely tulajdonképpen azonos a subotolithicus térrel, azonban itt csak igen kis részét takarja az otolithos. Ez a tér másnemű folyadékot tartalmaz, mint amilyen a tectorián kívüli sacculus ürtérben levő folyadék. A folyadék habár nem színeződik és majdnem üvegszerűen átlátszó, mégis jól észrevehető azáltal, hogy más a fénytörése és így consistentiája, és hogy bizonyos esetekben összébbhúzódik, és akkor, mint az a 16. képen látható, magával viszi a tectoria alatti vékony fonadékot is. A subtectorialis tér az élettani folyamatoknak igen fontos színtere, benne számos formált képlet van és amelyben folytonos változás történik.

Ez a változás kémiai természetű kell hogy legyen, ami abból következik, hogy egyfelől a macula hámsejtek váladékszemcséket produkálnak, melyek különböző átalakulását a szemcsék belső szerkezetének mikrotechnikailag kimutatható megváltozása mutatja. Ugyancsak hoznak a térbe formált anyagokat az ide felnyúló kapillarisok is, melyek vérelemek vagy ezek decompositiójának eredménye. Mikrotechnikailag nem mutatható ugyan ki, de természetszerűleg kell, hogy e térbe jusson oldatokat tartalmazó folyadék is, melyek összességének eredményeképpen láthatók a téren belül képződött hártyák, melyek a teret borító tectoria állományhoz tapadva, annak gyarapítását és képzését szolgálják. Végül legtöbb metszetben van különbözően fejlett hálózat, mely részben finom egyenletes alkotású, máskor azonban váladék kicsapódási termékének tartható, de láthatók a hálózatban különböző irányban haladó laza falú kapillarisok metszetei is. A váladékszemcsék nem találhatók minden metszetben egyforma mennyiségben és

kinézésben, úgy hogy azt kell tartanunk, képződésük sem egyenletes, hanem a hám különböző helyeit véve figyelembe, rhytmusos. A subtectoralis térben eltérő és jól színeződő lemezek is vannak, melyek kialakulása nyomon kísérhető. Ezek a tectoriaképzéshez járulnak ugyan, de a subtectoralis térben képződött lemezek még nem elégségesek a tectoria alkotására, mert a tectoria állományának, valamint saccolithosnak alkotásában résztvesznek azok a finom rostok és hárták is, melyek a tectorián kívül eső, tehát a sacculus ürteret bélelő hámsejtekből és a közöttük kiszabadult vérelemekből származnak, melyek előbb a tectoriát és otolithost burkoló kocsonyás kapillarisokba kerülnek bele és ott alakulnak át.

Miután kétségtelen, hogy a subtectoralis tér teljesen zárt és mégis az elválasztó tevékenység következtében folytonos változás észlelhető benne, ami váladékszemcsék képzésében és decompozíciójában, formált elemek létrejöttében és szétesésében nyilvánul meg, szükséges, hogy e szemcséknek létrehozó helyük is legyen, ami nem lehet más, mint a macula hám, az, amelyet általában érzőhámnak tartanak. Ebben a maculahámban kétféle jól elkülöníthető elem van, ami a secretió szempontjából figyelembe jöhet, ú. m. 1. a hámsejtek az ú. n. érző- v. „szőrsejtek“, 2. a közöttük levő vérér kapillarisok, illetőleg lymphá csatornák.

Az érzőhámsejtek.

Korábbi vizsgálataimnak megfelelően a macula sacculi vesiculát képező hámjánál is megállapítható, hogy a hámot főként finom szemcsés tartalmú hengeres hámsejtek alkotják. A hámsejtek nagy egyformaságuk mellett is különböznek egymástól úgy testüket, mint sejtmagjukat illetőleg. A test homogen-től gyengén szemcsés, vagy erősebben szemcsés, vagy különbözően színezett szemcsés formákat mutat, nyilvánvalóan különböző érési állapotokat tüntetve fel. Igen lassan működő mirigysejteknek tartom ugyanis azokat a macula hámsejteket, melyeket az irodalom általában érzősejteknek tart és „szőrsejtek“ (Haarzellen“ RETZIUS) néven nevez. A mirigysejtek határozott zónás szerkezetet mutatnak, ami a különböző festésben a distalis (apicalis) résznek a proximalis-

tól (basalis) való eltérő színezésében és szerkezetében nyilvánul, sőt az apicalis részen is másként színeződik a legfelületesebb réteg, mint az alatta levő. Néhol jól kivehető, hogy a hámsejtek szabad felületét vékony fedőréteg borítja, máskor azonban jól látszik, hogy a fölött még egy másik összefüggő réteg is van, mely festődésileg is különbözik tőle.

A maculahámsejt distalis része általában szemcsézett, némely sejtben azonban látható egy-egy kis intracellularis kapillaris a szemcsézet között. Ezek a készítményeimben nem impregnált csatornák tulajdonképpen nem mások, mint az ú. n. „Netzapparat” részei, melyeket RAMÓN Y CAJAL, KOLMER és KAWANO különböző ezüstözési eljárásokkal, legjobban az uranezüst módszerrel mutattak ki. (KOLMER: Handb. d. Neurologie des Ohres I. 102. l.) Ez a készülék, mely az emlősökben főként embryonalis állapotban mutatható ki, a kifejlett sejtekben azonban már nehezebben észlelhető, éppen úgy jellemző a mirigysejtekre, mint megtalálható az idegsejtekben is. Nyilvánvalóan a mirigytermék összegyűjtésre való képletek ezek, intracellularis kapillarisok, amilyeneket igen szépen impregnálhattam RAMÓN Y CAJAL módszerével a folyami rák tegumentalis mirigyeiben. (1914.)

A macula hámsejtek magjai a keresztmetszeti készítményekben, azáltal, hogy sűrűn vannak egymás mellett, szintén szorosan egymás mellett levő keskeny ovalis képleteknek látszanak, melyekben egy homogén alapanyagban finom chromatina szemcsézet látszik, különböző sűrűségben; helyenkint van a magban egy-egy nagyobb chromaticus nucleolus is. Vannak a hámiban egészen keskeny, sötétre színezett magvak is, melyekről más irányú metszetek alapján azt mondhatjuk, hogy ez átalakulások részben a rostok hatására történnek, részben a mirigysejtek tevékenysége változásának tudandók be. Ismeretes ugyanis, hogy a mirigysejtekben a mag secretiójának fontos szerepe van s mint már 30 évvel ezelőtt kimutattam, ez mindig a magállomány festődésbeli megváltozásával jár. Igen gyakran találunk macula hámsejteket, melyekben vacuolumok képződnek a mag és szabad felület között. E vacuolumok néha egészen nagyok és a mag alakját is megváltoztatják. Sajátságos jelenség, hogy vannak hámsejtek, melyekben a mag és basalis rész közt is látható ilyen vacuolum

képződés, amikor is a mag biconcav lencse formáját veszi fel. Igen gyakori a magnak erős deformálódása vacuolumok által. Van eset, hogy a magállomány félhold alakúan veszi körül a vacuolumot, a szerint, hogy milyen mérvű a secretórium képződése és a szerint változtatja meg a mag formáját. A magvak szemcsézete néha egészen elhalványodik, máskor erősebben feltűnik a rendesnél, esetleg 1—2 nagyobb chromaticus szemcse is kivehető benne.

Sagittalis irányú metszetekben a magvak általában laposabbak, mint a keresztmetszeti képekben. Vannak mirigysejtek, melyek magjai összeesnek és az ismeretes pycnoticus kinézést mutatják.

Igen gyakoriak a hosszúkas formájú egyenletesen elszórt szabályos chromatin szemcséket feltüntető magvak is. Vannak olyan magvak is, melyekben egy kisebb vacuolum jól kivehető. Általában olyan magátalakulásokat is látunk, aminőre példát már (1914-ben) a folyami rák tegumentalis mirigyseiben a secretió folyamattal kapcsolatosan ismertettem. Hasonló eseteket többen azóta mások is ismertettek. Mindezekből az következik, hogy a macula sacculi hámsejtjei, tehát az érzősejtek élénk mirigysejtre jellemző tevékenységet fejtenek ki, ami a sejt morfológiai változásain észlelhető, azonban itt a a változás fölötté lassú és nehezen szembetűnő.

Nehéz megállapítani az ú. n. „halló szőrök” igazi mivoltát. A macula hámnak még kifejtetlen szélső részein úgy a *Phoxinus*-ban, mint az *Amiurus*-ban láthatók, kis tüskeszerű képletek, melyek azonban nem hámsejteknek, hanem a hámsejteket borító cuticula rétegnek képletei, nincsenek is összefüggésben a hámsejtekkel. Ugyanígy láthatók más készítményekben alacsony hengerek a cuticula rétegen.

Vannak azután metszetek, melyekben a macula hám egész terjedelmében a sejteken alig látszik kifejezett „szőr”, de látszik a mirigysejtek fölötti cuticularis állományon, a sejt fölött, kis félgömb alakú dudorodás, majd valamivel magasabb dudorodás, azután olyan, melynél a félgömb fölött kis tüske látszik, tovább, ahol a tüske hosszabb és aztán olyan, ahol a tüskeszerű képletnek kiszélesedő félgömbszerű alapja van. Máskor viszont az látszik, hogy a hámsejtek egyik oldalánál egy kiemelkedés van, mely mintegy kisebb pálcikaszerű nyul-

vány nyúlik ki a hámsejtből. Viszont a legtöbbször jól látható, hogy a hámsejtek átmérőjének megfelelő szélességű csövecskék vannak sorban egymás mellett a hámra, s ezek összeesve világos kúpocskákat alkotnak, melyek hegye szőrbe megy. Így az ú. n. „szőrök” nem egyebek, mint a csövecskéknek vagy összeesett, vagy a szomszédosoknak egymással összecsapzódott és így rögzített falai. (l. 5. á.)

Nagyon jól látható azonban az is, hogy a hámra ugyanilyen átmérőjű kapillarisok, lymphacsövek nyúlnak ki, melyeknek különböző a magasságuk, de általában olyan magasak, mint a szőrök. Vannak aztán szélesebb és hosszabb csatornák is, ezek mint említettem gyakran a tectoriába is behatolnak.

Néha láthatók hámsejtek, melyeknek állománya is belefolytatódik abba a széles — a hámsejt szélességével egyenlő szélességű — kúpra, melyet a csövecske alkot, máskor viszont semmi sem mutatható ki a keskeny, vége felé vékonyodó szőrben, mely egyneműnek és erősen fénytörőnek látszik. A szőrök ilyenkor különböző módon görbültek és hosszúságukban is van különbség. Vannak azonban erősen fénytörő szálak, melyek lefutása hol egyenes, hol hullámos, ezek a hámra jöve, a hámsejtek közti rostok folytatásai és szintén felnyúlnak a tectoriáig, de legjobban megtartják formájukat az otolithos alatti részben, ahol mint a hárfahúrok feszülnek ki.

Általában véve igen gyakori jelenség az, hogy a szőrök magasságának megfelelően, a szőrök közt egy erősebb fénytörésű állomány van a hám felületén, egy interpilaris állomány, mely még kevésbé fogékony festékek iránt, mint a subtectoriális állomány többi része. Nagyon gyakori az is, hogy e réteg felületén egy hártya színeződik, és így jól kivehető. Az pedig egészen gyakori jelenség, hogy a secretum szemcsék sorbani rendeződésével észlelhető a hártya kialakulása, mely aztán felfelé haladva a membrana tectoria alkatrészévé lesz. A secretum szemcsék között kétféle nagyságú van, melyek szerkezet szerint is különböznek. Ilyen alkalmakkor láthattam azt is, hogy a szőr nem hegyben végződik, hanem ellenkezőleg kiszélesedik és akkor fala olyan gyengéd állományú, hogy az erőbben festődő környező anyagban csak a konturjaival látszik, mint pl. egy *Spirochaeta* a tusban.

A szőrrel bíró cuticularis hártya alatt néha jól kive-

hetően keskeny rések is képződnek, melyek alatt viszont egymásik cuticularis lemez látható. Az is észlelhető, hogy a cuticularis hárttyák leválnak és a membrana tectoria alkotói lesznek.

Kétségtelen, hogy a „szőrök“, melyek vizsgálataim alapján finom falú csövecskéknek tekintendők a cuticula képződményei, melyek nyilvánvalóan akkor, amikor a cuticula-hárttyák leváltak a membrana tectoria alkotóivá lesznek és ismét újonnan képződnek.

Az ú. n. érzősejtek a „Haarzelle“-ek tehát nem érzősejtek, hanem mirigysejtek, melyek fölött a cuticulának egy csőalakú igen finom hárttyaszerű szintén cuticularis képződménye van. Ennek a cuticularis képződménynek változó az alakja 1. fejlődési állapota szerint, 2. a rögzítés szerint, 3. a hám fölé kinyúló finom rostfonalkák helyzete és alkotása szerint. A cuticularis képződmény összeköttetésben állhat a hámsejttel, és a hámsejt is kinyúlhat egész szélességében a cuticularis szőr magasságáig, ez a nyulvány igen ritkán hengeralakúnak látszik, máskor széles kúpnek mutatkozik, melybe a hámsejt állománya is belenyomul.

A csőalakú finom cuticularis képződmény rögzítő szerek hatására összecsapzódva tömött állományú szőrré lesz, bár ilyenek élő állapotban is megfigyelhetők. A szőr különböző alakú és alkotású is, néha tömöttebbeknek, erősebben fénytörőnek látszik, máskor gyengédebbnek, görbült is lehet, de egyeseken kihúzott is, sokszor egészen visszagörbült és többször kapunk olyan metszeteket is, ahol apró kis szemcsék vannak a „szőr“ a cuticularis csövecske végén, annak jeléül, hogy secretum szemcse jön ki belőle. Ez a szemcse azonban nem tévesztendő össze azzal az optikai gömböcskével, amely sok szőr végén a kunkorodás és az optikai tengelybe esés által mutatkozik.

Mindazáltal nem mondhatjuk, hogy a szőrök nélkülöznék a neurofibrillákat. Jól kivehető a készítmények egyes helyein, hogy az idegfonalkák, a neurofibrillák egy-egy vékony fonata a hámsejtek között felhúzódik egészen a felületig, más helyeken azonban jól látszik, hogy a neurofibrillák bemennek a szőrökbe, illetőleg az eredetileg henger falába is, és ilyenkor a szőrök Kh. P. F. festésben nem sárga színűek, hanem

kissé szürkések, melyekben egy kékre színezett gyengén hülámosan futó neurofibrilla jól kivehető.

A hámsejtek szabad felületén gyakran látunk egy finom cuticularis hárttyát, amelyen némi polygonalis rajzolat vehető ki, megfelelően a hámsejtek határainak.

Ami tovább a hámsejtek basalis részét illeti, a kép itt olyan, mint amilyenek RETZIUS írja és rajzolja őket, azaz általában a sejtek kerekded végűek, vagy kis nyúlványokkal ellátottak, azonban a hámsejtek alatt levő lacunarendszer alakulása szerint helyenkint különbözően alakulnak. A hámsejtek alatt ugyanis egy lacuna-rendszer képződik, mely különböző ürterű, igen finom falú lymphá csatornák hálózata, mely azonban a rögzítés hatására a falak összeszakadozása következtében igen erősen elváltozik, nehezen analizálható, mert a falak festése sem történik minden festőszer által. A hámsejtek alatt levő igen terjedelmes lacunarendszer is változtatja a hámsejtek basalis részeinek alakulását és lehet látni lacuna keresztmetszeteket, melyek a hámsejteket egészen felnyomják és még a magját is némileg belapítják.

A hámsejtek alatti lacunarendszerből erednek a különböző kapillaris csatornák, melyek a hámsejtek közé nyulnak be. A hámsejtek ugyanis különböző ürterű kapillarisokkal, illetőleg lymphá járatokkal vannak körülvéve, melyek kétfélek és közülök a szűk kapillarisok az erős fénytörésű, néha lumen nélküli falukkal, a tágok pedig az igen vékony fal harmonikás összeesésével tűnnek fel és különböztethetők meg. E vékony falú kapillarisok átlag 1.5μ szélesek. A hámsejtek között húzódnak fel a hám fölületéig különböző rostok is, melyek vagy a sejtek között, vagy a sejteken keresztül hatolnak a felületre. Ha a rostok a sejteken mennek át, azokat teljesen elvékonyítják, úgy hogy néha csak a keskeny tömött szerkezetű mag van meg, miáltal kép olyan, mint egy két végén vékony nyulványba kihúzott sejt, melyek közül az egyik vég a hámfelületre, sőt azon is túlmege, a másik pedig a membrana basalisba folytatódik. Így jön létre a macula hám sejtjeinek az a formája, melyet általában már SCHULTZE és RETZIUS óta külön sejtnek (Fadenzellen, Stützzellen, Isolierungzellen) tartanak. Gyakran látható azonban, hogy közvetlen összeköttetésben van a membrana basalis az alatta levő kapillarisoknak ros-

tokra szakadt falával, ami azt igazolja, hogy a membrana basalist elsősorban érfalrostok alkotják. E kapillarisok rostokra szakadt fala tehát felhúzódik egészen a macula hám felületéig, illetőleg helyenként azon is túl az otolithos alatti membranaig, amely azonban végeredményben szintén érfalrostokból is áll.

Hogy a hámsejtek közt rostok vannak, melyek különleges viselkedésűek, az bizonyítja, hogy e rostok hol egyenes, hol hullámos, hol pedig majdnem egészen sűrűn spirális formát vesznek fel, hol a hámfelületig érnek, hol pedig kinyulnak a hámából és akkor vagy egyenesen futva felmennek az otolithosig, vagy elszakadva gyengén hullámos, szabálytalan alakot tüntetnek fel, aszerint, hogy a rögzítés és további kezelés mely fázisában szakadtak el. Ezeket a rostokat igen rugalmas és könnyen összezsavarodó rostoknak kell tartanunk és nekik a rezgések továbbvezetésében bizonyos szerepet kell tulajdonítanunk. A rostok a basalis hártyákból jönnek, és az otolithosig tartanak. Húzódnak fel az otolithos hártyához jól kifejezett lumenű kapillarisok is (l. 5. á.).

A halakban is lehet látni a macula hámjának olyan alakulását, mely hasonló volna ahhoz, mint amelyet az emlősökben „Stützzelle“-nek neveznek és rajzolnak, mely tehát keskeny sejtet és a basalis hártyától a hám felületig érve ott szétágazó rostokat mutat. Ez állapotnak különböző volta a rostok milyenségbeli különbözőségével van összefüggésben. A fürge cselle, *Phoxinus phoxinus* sacculusa hátsó részének maculájában, a horizontalis irányú metszetekben, amikor a macula-hám hosszában van találva, mindig jól látszik, hogy az egymás mellett levő mirigysejtek közt a rések, mint erősebb fénytörésű rostok mutatkoznak, melyek benyomják a mirigysejt apicalis végét, ők pedig mintegy szétágazva érnek a felületre. Olyan kép ez, mint amilyen pl. HELD-nek az egérmacula hámjából készített képe, ahol e rostok mint „Stützzelle“-k szerepelnek, avagy a RETZIUS-nak a *Raja clavata* macula sacculájából való rajza, ahol a kapillarisokat és rostfonatokat a magvakkal együtt „Fadenzelle“-nek nevezi (1882. Taf. XXIII. F. 3.). Itt azonban a rostok túlérnek a felületen.

Az ugyane helyről való keresztmetszetekben a hámsejtek már szorosabban egymás mellett vannak, köztük azonban

egy keskeny rés egész hosszukban kivehető; jól sikerült B. E. H. festésben azonban az is látható, hogy e keskeny csíkokban igen finom, némileg hullámosan futó rost van, mely lefele — követhető egészen a hámsejtek alatti — lacuna hálózattig, sőt tovább is és néha egy-egy maggal vannak összeköttetésben. Más készítményekben pedig jól látható, hogy e rések tulajdonképpen keskeny kapillarisok, melyek mintegy körülfogják a mirigysejteket s felnyúlnak azok apicalis részéig is.

Szerintem tehát az a képlet, amelyet HELD a „Fadenzelle“-k intracellularis támasztó rostjának tart, megfelel annak a rostnak, mely a basalis hárttyából ered és a basalis sejten, tovább feljebb vagy egy mirigysejten, vagy inkább a sejtek közötti lacuna részen hatolva keresztül a hám felületre jut, hogy ott a felületen alakult hálózattal egyesüljön, de más esetben a felület fölé kinyúljon. A hámsejtek fölötti hálózat az emlőskben a „Schlussleiste“-nek felel meg, amely a *Lebistes*ben szintén jól megtalálható, s amelynek a labyrinthus falából ki-menő kapillarisból való eredetét ugyanott megállapíthattam.

A hámsejtek alatti lacunarendszerben találjuk az idegrostokat is, mégpedig úgy a velőhüvelyes, mint a velőhüvely nélkülieket, amelyek ezüstözési eljárásban szövetéket alkotnak és a plexiformis réteget képezik. Ezüstözött készítményekben egységesek a fonalak, különböző anilin festékekkel kezelve, azonban jól látható az is, hogy az ezüstözéssel egységesnek látszó rostok keresztmetszetei még több, kevesebb finom fibrillákból vannak összetéve. E keresztmetszetekben a fibrillák km-i kiterjedése körülbelül a vérsejtekben levő egy-egy szemcsének felel meg, és összehasonlíva az izmok primitív myofibrilláival, ha vastagságra egyformák is, de lefutásuk nem olyan feltűnően egyenes vonalszerűen kihúzott, mint ahogy az izmokban látjuk. E neurofibrilla kötegek bemennek helyenkint a hám közé, amint az ezüstözésben jól látható, de már B. E. H. festésben nem látható ilyen jól, azonban a haematein I. A-val való festés alapján mégis azt kell mondanunk, hogy a hámsejtek közé benyomuló szálak hálózatot is alkotnak az egész hámsejt körül és kimennek a felületre, ahol a felületi kapillaris-hálózattal együtthaladva alkotnak hálózatot. Azt azonban megállapítanom nem sikerült, hogy a „szőr“-be haladó fibrilla egyenesen a hámsejtek közül jön-e vagy ebből a hálózattól nyílik ki.

Itt már olyan vékonyak a fibrillák, hogy elkülönítésük nehéz. Ezeket már az ezüst nem impregnálja, olyan finomak, én haemeteinnal festve láttam őket. Az idegrostok tehát a hámsejtek közt primitív rostokra (Primitivfasern SCHULTZE) esnek szét és úgy ágazzák be a hám alatti teret.

Azonban jól láthatók velőhüvelyes idegrostok is, melyek felhúzódnak a hámsejtek közé, és a hám fölött vesztik el velőhüvelyüket, de vannak olyanok is, melyek ferdén haladnak a hámon keresztül s végetérnek a felületnél, vannak aztán toluidinkékkel festett fibrillák, melyek a kapillaris mellett vele együtt felhatolnak egészen a tectoriáig.

A *Phoxinus*-ban azonban nem található annyi velőhüvelyes idegrost, mint amennyit pl. RETZIUS a *Perca fluviatilis* macula sacculijában rajzol, (1882. Taf. VI. fig. 20), bár az általa keresztmetszetben talált képekhez hasonlók készítményeimben is hasonló mennyiségben találhatók, azonban ezek legnagyobb részt lacunákban vannak.

Igy tehát a mirigysejtek egy valóságos hálózatban vannak, amely hálózat végeredményben a vérrendszer elemeire vezethető vissza, Lympha réseket (Saftlückensystem) a szőrsejtek körül észlelt már KAISER is. A körülvevő hálózat elemek lumennel ellátottak és lumen nélküliek is. Mint ismeretes LENHOSSÉK, RETZIUS és mások írtak le idegvégződéseket, melyek impregnatiós eljárással mint a szőrsejtet körülvevő kosár képében van meg, s melynek ágai a sejtek oldalán a felületig mennek. Sőt KOLMER és BRÜHL a BIELSCHOWSKY és R. Y CAJAL-féle eljárásokkal intracellularis idegvégződéseket észlelt a mag alatt és a mag körül. Ezek közül a külső kosárszerű képződmény azonban nem azonos az általam látott alakulással, mert itt a szőrsejtek körül egy hálózat van.

Ez a hálózat azonban a halak szőrsejtjei körül nem olyan sűrű szemű, mint amilyet pl. BIELSCHOWSKY és BRÜHL a crista acustica szőrsejtjén (1907. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXXI. Taf. V. fig. 7.) rajzolnak, de nem is olyan kevés, mint amilyent a macula acustica szőrsejtjén tüntetnek fel (Taf. V. Fig. 6.). Készítményeimben a szőrsejtek körül és közt soha sincsen olyan hatalmas zsugorodás következtében beálló hézag, mint amilyenek az említett szerzők képein láthatók és azért lehet nehezebben kivenni a hálózatot, mely az érzősejt körül képződik ki.

A macula alsó részén sorban vannak sejtmagvak, melyek a MAX SCHULTZE-féle „Basalzelle“-k magjai, melyek azonban RETZIUS szerint különböző magasságban helyezkedve el, volnának a „Fadenzelle“-k magjai. Itt határozottan a SCHULTZE-féle felfogás helyességét kell vitatnunk, mert ezek a sejtek éppen olyan szabályos réteget képeznek, mint a mirigysejtek, és csak a különböző irányú metszés mutatja őket szabálytalanul elszóródva, fel egészen a macula középső részéig.

Vérsejtek a hámban. A hámban a mirigysejtek magjain kívül látunk tömött, kisebb sejtmagvakat, melyek teljes mértékben hasonlóak a hajszálerekben levő vérsejtek magjaihoz. Minthogy a hajszálerekből a mikropapillarisok kieredése jól észlelhető, mint a hajszálér falára merőleges nyúlványok, s mivel vannak készítmények, melyekben jól látható, hogy a vérsejtek éppen ebbe a csatornába benyúlva — $\frac{1}{3}$ -ában keskeny, $\frac{2}{3}$ -ában rendes szélességű formát mutatnak, kétségtelen, hogy vérelemek a kapillarisokon keresztül a hámsejtek közé is behatolhatnak. Találhatók itt olyanok, melyeknél a mag körül ovális plasmatest van és olyanok, melyek magjai körül kevés a plasma állomány. A széles plasmatestűek is némileg mások, mint a nagy erekben, így a szívből látható vérsejtek, amelyek ugyan hasonlóképpen tömött magúak, de nagyobb, rendszeren ovális alakú és hol homogén, hol szemcsés tartalmú sejtestűk van. Látható helyenként a hámsejtek distalis részén, kettő közé szorulva szintén egy-egy magvas képlet, amelyről nehéz megállapítani, vérsejtnek, vagy erősen degenerált hámsejtnek legyen-e tekintendő. Ha ezeket összehasonlítjuk a szívből található vérsejtekkel, ahol vérelemek igen tömötten és nagy mennyiségben vannak egymás mellett, nagy tömötségi esetén határaik nem vehetők ki, ámde vannak helyek, ahol ritkásan állanak, itt lemérhetők és formájuk is megállapítható, mely nem mindig ovális, de sokszor kerek és néha gyengén amoeboidea alakú. Az ovális vérsejtek nagysága: $12\ \mu$ hosszú és $7-8\ \mu$ széles, magjuk pedig $4-5\ \mu$ hosszú és $2-2.5\ \mu$ széles.

A basalis hártya alatti kapillarisokban a vérsejtek kisebbek, mint a szívből levők és ez nem tulajdonítható annak, hogy esetleg rosszabbul volnának rögzítve. Ezek teste $7-8\ \mu$ hosszú, $5-5.5\ \mu$ széles, a magjuk pedig $2.5-3\ \mu$ hosszú és $1.5-2\ \mu$

széles, vannak magvak, melyek majdnem kerekdedek és átmérőjük kb. $2.5-3\mu$ nagyságú.

Meggyőződése az, amit különben már szintén a folyami rák tegumentalis mirigyeinek tanulmányozása közben tapasztaltam, hogy ezek a hámba került vérsejtek a hám sejtjeinek táplálására szolgálnak. Először a vérsejtek plasma tartalma változik, a test adja le a benne levő állományokat, melyek szemcsék képében mutatkoznak, ezután maga a plasma állomány fogy. Ennek elfogyása után a magállomány is megfogyatkozik és compactabbá lesz, majd lassanként feloldódik, hogy helyenként chromatina rögöcskék képében mutakozzék.

Ez a folyamat, mely a folyami rák vérsejtjeinél határozottabban formálódik, megerősíti azt a felfogásomat, hogy a vérsejtekben is compositio és decompositio történik, hogy lényegében egysejtű mirigysejteknek tekintendők, melyek egészükben vesznek részt más elemek táplálásában és képzésében. A vérsejtek ki is léphetnek a hámból, mint arról már a tectoria képzésnél is szó volt.

Jellemző a sacculus bélelő hámjára, hogy felületét elsősorban gyengén halványkék színű különböző nagyságú váladék hólyagocskák borítják, melyek tartalma legtöbbször homogén, de a hólyag falán egy-két erősen chromatin színeződésű szemcse van. A hólyag tartalma általában halványabb, a teljesen kifejlett, tehát érett szemcsében vannak azonban Kh-val halvány ibolyára, B. E. H.-nal halvány piros-sárgás pirosra színeződő szemcsék is, melyek falán azonban az erősen fénytörő chromatin színeződésű szemcse, vagy szemcsék mindig jó kivehetők. A hólyagocskák megrepedése után e szemcsék összefolynak és fonalakat alkotnak, sőt valószínűleg lemezeket is, melyek a hámot fedik, mint vékony finom hártyák. A kifejlett szemcsék mérete átlag a mirigysejtek magja nagyságának felel meg, melyek ha oválisak $5-7\mu$ hosszúak és 4μ szélesek szoktak lenni, de vannak kerekdedebbek is.

Igen gyakran látható, hogy a szemcsék ellapulva területnek szét a hám felületén, melyen egy vékony cuticularis réteg jól kivehető, s a szemcsék felső részén szintén egy vékony hártyarész képződik ki. Nem más ez, mint egy olyan keletkezésben levő képlet, mely eltávozva a felületről a hám felett levő tectoriához vándorol és annak vastagságát növeli. Az is gya-

kori eset, hogy a hámból kilépő vérsejtek a tectoria és otolithost körülvevő kocsonyás anyagba jutnak és ott szétbomlanak, természetesen felhasználódnak az említett képletek képzésében.

Ami végül a caudalis sacculus rész beidegzését illeti, amint azt a sorozatos metszetek vizsgálata alapján meg lehet állapítani, az idegköteg, mely a vesiculához megy, követi a canalis transversus irányát és a sinus impar csonthüvelye előtt kissé a medialis közép vonal felé haladva gyengén ívben behajlik és a sinus impar két oldalán egyenes irányba menve, ér a sacculus falba. Bár a horizontalis metszetekben úgy látszik, hogy érintkezik a sacculus caudalis szakaszához menő idegköteg a lagenához haladó rostköteggel, a keresztmetszeti képekben jól megkülönböztethető a kettő egymástól már azáltal is, hogy a lagona kötege rostralis irányban tovább előre is követhető. Meglehet állapítani, hogy a sacculus caudalis szakaszán külön dúca van, mely az acusticus eredési helye mögött és az eredési helytől futó rostok mentén helyezkedik el. Ez a dúc ott van, ahol a sacculithos szintén elhajolva, lábait fejleszti ki. Sagittalis metszetekben jól látható, hogy ez a dúc a lábakhoz igen közel van úgy, hogy azok majdnem magukba fogják.

Összegezve a sacculus hátsó részéről vizsgálataink folyamán nyert ismereteket, megállapíthatjuk, hogy a korábban üresnek tartott, vagy éppen macula hámmal és sacculithosnyéllel ellátott labyrinthus szakaszban egy egészen önállóan alakult érzővéghely van, melyet alkotása alapján vesicula saccularis caudalis néven nevezhetünk, legjellemzőbb alkotó része a maculát hólyagszerűen borító fedőképződmény — a tectoria alapján. Ez a tectoria finom rostokból alakult képlet, mely a macula marginariumának területén áll összefüggésben a hámmal, és nagyobbára olyan rostokból képződik, melyek a macula hám alatt levő vastag falú hajszálerek falából válnak le. Résztvesznek a fal képzésében a szintén marginariumból kijövő laza kocsonyás állományú kapillarisok is, melyekhez a sacculusnak marginariumon kívüli hámból eredő kocsonyás állományú kapillarisok is csatlakoznak és az egész képletet kocsonyásállományú anyaggal vonják be.

A kocsonyás állomány, mely lényegében laza falú kapil-

larisokból áll, megfelel annak a képletnek, mely a *Lebistes reticulatus*-ban a labyrinthus fejlődése folyamán az otolithos képződésnél mint jól kifejezett otolithoshólyag van jelen, azonban a *Phoxinus*-ban ez a forma nem vehető ki, mivel nehezen tartható meg és mert a kifejezett állatban már visszafejlődést mutat.

A kocsonyás állományban vannak különböző vérelemek és váladékszemcsék is, benne új rostok alakulása is észlelhető, s úgy a rostok és vérelemek, mint a váladék szemcsék a vesicula és a vele szoros kapcsolatban álló otolithosnyél továbbképzésére szolgálnak. Ugyancsak a tectoria képzésében vesznek részt azok a különböző elemekből alakult lemezek, melyek a tectoria alatti térben, a subtectorialis térben képződnek azokból a secretum termékekből, melyek a macula hámból jönnek. A tectoria alatt a hámból nagy mennyiségű igen finom rost húzódik fel a „szörsejtek“ között és a „fonalkás sejtek“-en keresztül a hámfelület fölé, de a tectoria belső felületéhez is, úgyhogy a tectoria alatti térben igen sok és igen finom rost van mintegy hárfahúrszerűen kifeszítve. Legtöbb rost azonban a rögzítés következtében elszakad, és rugalmas voltánál fogva vagy visszahúzódik, vagy a vastagabbak összekunkorodnak.

A vesicula saccularis tectoriájának egy részét, a macula ventralis szegélysejtjeiből kiindulóan, de az egész tectoria hosszában, a saccolithos (sagitta) nyele borítja, mely igen szorosan összefügg a tectoria rostállományával, úgyannyira, hogy a saccolithos állománya, részben legalább, a tectoria rostjainak elmeszesedéseként fogandó fel.

A saccolithost alkotó rostokon kívül lemezek is különböztethetők meg a nyélben, melyek képzésében a kapillarisok elmeszesedett tartalmán kívül a sacculus hámjának különböző nagyságú szemcsék képében mutatkozó váladékterméke is igen fontos szerepet játszik.

A váladéknak és a hámból kilépő vérelemeknek átalakulása szintén a kocsonyás állományban történik, amely tulajdonképpen kocsonyás falú kapillarisokból áll.

A saccolithos nyelének csenevész alakulása a sacculus hátsó részének anatómiai viszonyaival magyarázható környezet alakulásával, annak nagy elzártságával és teljes védett-

ségével, mivel körös-körül csontos zárt hüvely van és még kívülről a lagenolithossal is védelmezve van az itt található érző véghely.

Mivel a subtectoralis terület teljesen zárt, és mégis nagy mennyiségű secretum termék van benne, ennek produkáló helye csak a macula hám lehet, amely tehát *secernáló hám*. A mirigy hám elemei pedig az ú. n. *szőrsejtek* és azok a *csatornák*, melyek mint igen finom csövek a hámsejtek között a felületre jönnek ki, de a rögzítés és további mikrotechnikai kezelés folyamán annyira összeesnek, hogy legtöbbször keskeny csíkként mutatkoznak. Idegelemek is jönnek fel mint finom neurofibrillák a hám magasságába, de mennek fel a tectoria alsó felületéig is.

Miután a sacculus hátsó résznek a külső felülettel való összeköttetése alig állapítható meg, azt kell tartanunk, hogy ez a mélyen fekvő és jól elzárt érző véghely a vérerek lüktetésével kapcsolatos mozgásnak megérzésére való, amely mozgás, illetőleg rezgés az érfalakról át kell, hogy menjen az egész finom hárfahúrszerűen kifeszített rostokra, innen pedig a subtectoralis területben található feltűnően homogén kocsonyás anyag közvetítésével a neurofibrillákra és így az idegrostokra.

A „szőrsejtek“ szőre cuticularis termék, mely nincs szoros kapcsolatban a sejttel, kapcsolatban van azonban a finom rost, mely a basalis hártýából, illetőleg a hajszálerek falából jön ki a sejten keresztül vagy a sejtfal mentén a felületre.

Betűk jelentése.

av	=	vérér capillaris (hajszálér)
ob	=	basioccipitale
c	=	a hámsejtek között kinyúló capillaris
cap	=	capillaris (Saftknälchen)
capf	=	capillaris idegfónallal
ch	=	chiasma
co	=	szemizomcsatorna (Augenmuskelkanal)
ct	=	canalis transversus
cus	=	canalis utriculo-sacc.
d	=	fogak
elf	=	elasticus rostok
ep	=	sacculus hámja

- f = rostok a hám és tectoria közt
 gc = gelatinosus capillaris
 gc+ = gelatinosus capillaris ered a sacculus falából
 gf = gelatinában keletkező rostok
 k = kopolyúúr (Kiemenhöhle)
 l = lagena
 lac = lacunák
 ic = lymphocyták
 lo = lagenolithos
 m = medulla
 ma = hárttyák a subtectorialis térben
 mb = membrana basalis
 mg₁ = marginarium dorsale
 mg₂ = marginarium ventrale
 mg₃ = marginarium transitoricum
 ms = macula sacculi
 nf = idegkötegek
 ng = ganglion
 os = organum sinus imparis
 pcol = protocolumella
 ph = pharynx
 pr = membrana propria
 pr₁ = lagenával határos membr. propria
 pr₂ = occipitale basaleval határos membrana propria
 ret = reticularis porcszövet (cartilago retic.)
 s₁ = sacculus elülső szakasz
 s₂ = sacculus középső szakasz
 s₃ = sacculus hátsó szakasz
 se = szemcsék, váladék szemcsék, secretum
 sl = septum longitudinale sacculi
 smg = talapzatsejtek
 so = saccolithos
 st = subtectoriális tér
 t = tectoria
 t₁ = tectoria felső nézetben
 t₂ = tectoria km.i képe
 u = utriculus
 v₁ = vérér
 vest = a sacculus és lagena közös nyílása (vestibulum)
 mv = medioventralis otolithos szárny
 vt = ventil az utriculus és canalis utriculo-saccularis közt
 1, 2, 3, 4, 5, az „érszörők“ különböző megjelenési formái

A képek magyarázata.

A képek különböző nagyításokkal készült mikrofotogrammok, főként transversalis és horizontalis metszetekről. Rögzítés: formol-alkohol, beágyazás celloid-paraffin, metszés 2–15 μ , festés Kreosot-haemalaun, Pikrinsav, Fuchsin (Kh.P.F.), *Biondi-Ehrlich-Heidenhain* (B. E. H.) *Weigert* resorcin-fuchsin.

1–9. Fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass.)

1. kép. Keresztmetszet a sacculus első szakaszából (s_1) (Ph. km. 19. I. 2.) apochr. 8. mm. Leitz, comp. oc. Zeiss. Kh.P.F.

2. Keresztmetszet a sacculus medialis falából a canalis utriculo-sacculus táján. 1/12" homog. immers. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss. *Weigert* res.-fuchs.

3. Keresztmetszet a labyrinthus falból az 1. és 4. képen látható sacculus rész táján. 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss. Kh.P.F.

4. Keresztmetszet a sacculus elejéből a canalis utriculo-sacculus táján (bal fél), a jobb fél valamivel előbb levő részből van, mert itt a canalis utriculo-sacculus már elzáródott. Apochr. 15 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

5. 6. Két, egymáshoz közeledő horizontalis metszet a protocolumellából, a kopolyú arteria keresztülhatolása.

Kh.P.F. apochr. 16mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

7. Keresztmetszet a canalis utriculo-sacculus tájáról.

Obj. 3. Reichert oc. Huygh. II.

Kh.P.F.

8. A protocolumella vége a kopolyú felé.

Weigert res.-fuchs.

apochr. 4 mm. Leitz corr., comp. oc. IV. Zeiss.

9. Keresztmetszet a sacculus középső szakasza táján, nagyítás, festés, mint 7. azonban más állatból.

10–10-e guppy (*Lebistes reticulatus* Pet.)

10. Horizontalis metszet a sacculus és protocolumella érintkezése tájáról. Rögzítés, festés mint 7. á. nagyítás obj. aa. Zeiss, comp. oc. IV. Zeiss.

10a. Keresztmetszet a fejből a protocolumellánál.

Kh.P.F. apochr. 8 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

10b. A protocolumella egy része erősebb nagyítással, protocolumellához csatlakozó „resonáló hólyag”-gal (e), melynek falát a kopolyú felületről jövő elasticus rostok alkotják és amelyek a protocolumella felületén a fenestra sacculihoz és ezen keresztül a maculához mennek, apochr. 4 mm. corr. Leitz, comp. occ. Zeiss IV. *Weigert* res. fuchs.

10c. Rostokból alakult rezgést vezető érzővéghely a kopolyú tövében, mely a protocolumellába folytatódik, apochr. 4 mm. corr. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss. Kh.P.F.

10d, e. Rostokból alakult véghelyek, mint előbb más megjelenésében, festés, nagyítás, mint előbb.

11–30. Fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass.)

11. Keresztmetszet a lagenából és a sacculus hátsó szakasza tájáról, benne a vesicula saccularis caudalis hátsó vége, fölül a sinus imparban a sinus szerv. (sinus organum.) (so.)

Festés Kh.P.F. nagyítás: apochr. 16 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

12. Ugyanaz, valamivel előbb rostralis irányban, feltűnő a lagenolithos szerkezete, mely minden korábbi vizsgálónál mint egynemű fekete folt látható.

13. Ugyanaz, mint az előbbi, de méginkább rostralis irányban haladva, körülbelül a vesicula saccularis caudalis középső részéről.

Festés, nagyítás mint az előzőknél.

14—15. Vesicula saccularis caudalis keresztmetszeti képe Kh.P.F. 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss.

16. Vesicula saccularis caudalis km-i képe.

apochr. 4 mm. Leitz corr., comp. oc. IV. Zeiss. Weigert res.-fuchs.

17—19. Horizontalis metszetek a fejből, melyekben a vesicula saccularis caudalis hosszában van találva.

17. Baloldali vesicula saccularis caud. caudalis vége. 18. jobboldali vesicula saccularis caudalis caudalis vége.

19. Részlet a vesicula saccularis érzőhámja (macula) és a fölötte levő tectoria hosszanti metszetéből, mindhárom kép 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss.

Kh.P.F.

20—21. Horizontalis metszetek a fejből a vesicula saccularis caudalis hosszmetseteivel.

Apochr. 16 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

Kh.P.F.

22. A vesicula saccularis caudalis rostralis vége,

apochr. 4 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

23—24. Ugyanaz mint előbb, de más metszetekből és 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss.

25—28. Keresztmetszetek a fejből, a sacculus caudalis szakaszának elülső feléből a sacculo-lagenaris nyílás képződése és a saccolithos ventralis lábának kialakulása.

Nagyítás apochr. 16 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

Festés Kh.P.F.

29. Keresztmetszet a saccolithos hátsó részéből a sacculus caudalis szakaszának elülső táján.

Obj. apochr. 4 mm. Leitz, corr. Comp. oc. IV. Zeiss.

30. Keresztmetszet a sacculusból a 27. kép baloldali sacculus részének megfelelő tájról, a ventralis láb kialakulásának és a ventralis marginarium alkotásának bemutatására.

1/12" homog. imm. Reichert és comp. oc. IV. Zeiss.